

התאחדות
הממלאים

חברת לתלמיד
הוצאה ניסויית
ינואר 1991



חנ
האגף לתוכנית לחודים

הטכניון מכון טכנולוגי לישראל
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים

פיסיקה של מערכות טכנולוגיות

המצלמה

מנהל הפרויקט: פרופ' מנחם פיינגולד.

עורכת הגרסה הראשונה: יהודית מהל.

עורכי הגרסה השנייה: יוסי אסטרייכר ועקיבה שחר.

מהדורה ניסויית

כל הזכויות שמורות

פרויקט פיתוח תוכניות לימודים בפיסיקה בטכניון-231-021

תוכן העניינים

פרק א' – מבוא

פרק ב' – מקורות אור והתקדמות האור

פרק ג' – עדשות

פרק ד' - העין

פרק ה' – כוונת הראיה ומד הטווח

פרק ו' – הצמצם והתריס

פרק א' – מבוא

חוברת זו מכילה חומר לימודי בפיסיקה הקשור במבנה המצלמה ומרכיביה. על מנת לצלם אנו זקוקים לאור. התחום בפיסיקה העוסק בתופעות הקשורות באור נקרא אופטיקה – כלומר תורת האור. (השם בא ממילה יוונית שפירושה "בקשר לעין" או "בקשר לראיה"). אנו לומדים להכיר את העולם סביבנו ואת התופעות המתרחשות בו באמצעות החושים. אחד החושים שלנו הוא חוש הראיה.

בעבר סברו בני האדם, שאנו רואים בעזרת קרני ראיה היוצאות מן העין ומאירות את העצמים אותם אנו רואים, כדוגמת מגדלור השולח קרניים אל תוך האפלה.

כיצד לדעתך אפשר לסתור השארה זו?

היום ידוע שהעין קולטת אור שמגיע אל העין מהעצמים שמהם יצא או שמהם הוחזר. האור מביא עימו מידע על מיקום העצם, גודלו, ציבעו ומרחקו מאיתנו.

כבר בתקופות קדומות שאף אדם להנציח את עצמו או תמונות שאותם ראה. הוא עשה זאת העזרת ציור, חריטה, גילוף ופיסול. כיום עושים זאת בדרכים נוספות.

באילו דרכים משתמשים כיום להנצחת תמונות ואירועים?

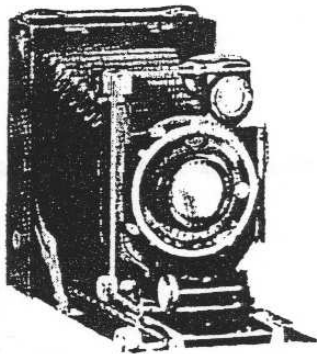
מהם ההבדלים הבולטים שבין ציור לבין צילום?

איזו דרך מבין השתיים נראית לך מתאימה יותר להצגה מדויקת של המציאות?

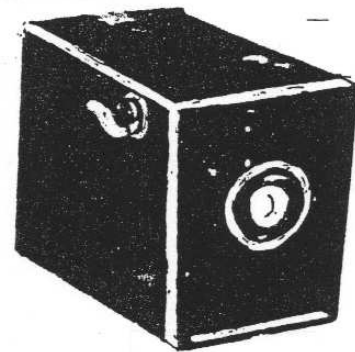


הצילום הראשון בוצע ע"י הצרפתי לואי ז'ק דג'ר ב-1839. ב-1844 הומצאה שיטה לפיה מצלמים תחילה את התשליל (נגטיב), ולאחר מכן מכינים באמצעותו את התצלום. תמונת התשליל הפוכה לתצלום בכך שעצמים בהירים נראים כהים ועצמים כהים נראים בהירים. במשך השנים חלו שינויים רבים במבנה המצלמה והומצאו סוגים שונים של מצלמות.

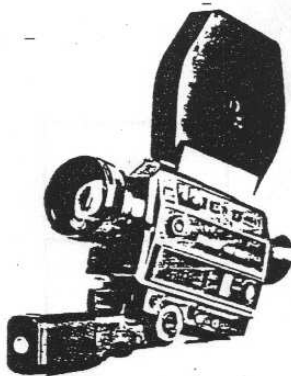
מצלמת המפוח עם עדשה נשלפת



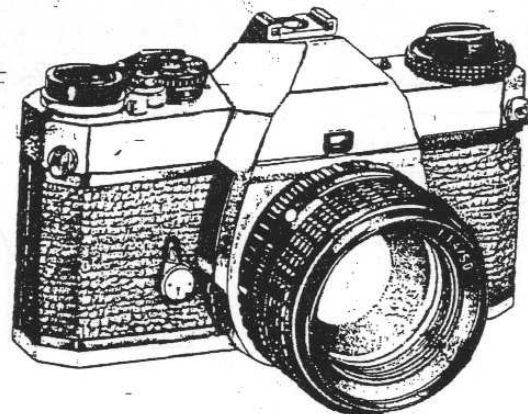
מצלמת קופסא עם עדשה קבועה במקומה

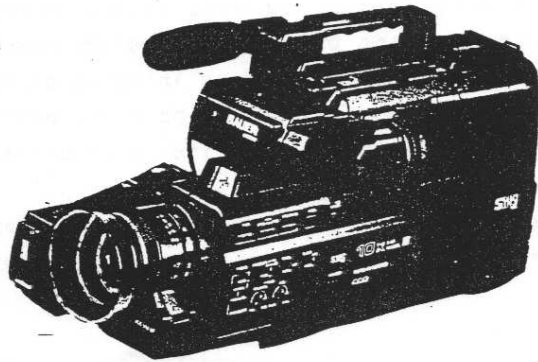


מצלמת הקולנוע - המצלמת בקצב של 16 תמונות בשניה על סרט צילום ארוך.



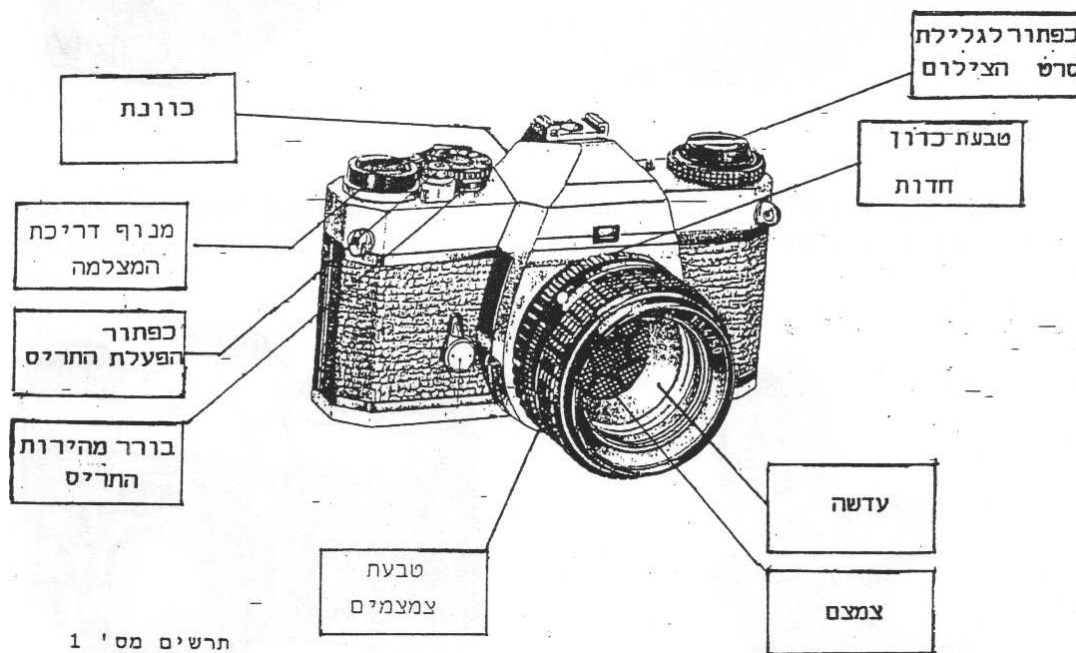
מצלמת "הרפלקס" המאפשרת התבוננות דרך העדשה





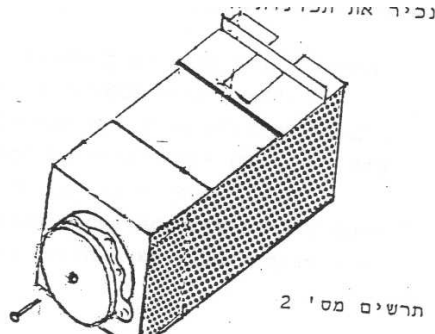
כיום מקובלות מצלמות הוידאו, שהן ברובן מצלמות אלקטרוניות המתרגמות תמונות לאותות חשמליים המוקלטים על גבי סרט הקלטה מגנטי. במצלמות אלה מחליף סרט הקלטה מגנטי את סרט הצילום המקובל עד היום במצלמות הקולנוע.

לפניך תרשים של מצלמה מודרנית עם שמות חלקיה השונים, תרשים מס' 1.



בפרקים הבאים תלמד על מבנה המצלמה ועל כמה מחלקיה החשובים.

מכשיר צילום פשוט מוכר לבני האדם מזה זמן רב נקרא בשם "מצלמת הנקב" או בשמו האחר "הלשכה האפלה". מכשיר זה שימש בסיס לבניית המצלמות הראשונות. בניסוי הבא נלמד ונכיר את תכונותיה של "מצלמת הנקב".



ניסוי מס' 1 – "מצלמת הנקב"

ציוד:

- דגם המצלמה.
- נייר אלומיניום.
- גומייה.
- מסמר שלושה מילימטר.

חבר באמצעות גומייה את נייר האלומיניום אל פתח הקופסה, כפי שמראה תרשים מס' 2. נקב חור באמצעות המסמר במרכז נייר האלומיניום.

א. הפנה את המצלמה אל אחד החלונות שבכיתה עד אשר על מסך המצלמה תקבל תמונה חדה של החלון והנוף הנשקף דרכו. האם תמונת החלון שהתקבלה על המסך קטנה או גדולה יותר מאשר החלון עצמו? _____

האם התמונה הפוכה או ישרה? _____

כיצד אפשר לשנות את גודל התמונה מבלי לשנות את גודל הנקב בנייר?

נסה לעשות זאת. האם השערתך הייתה נכונה? _____

האם התמונה נשארה חדה כפי שהייתה קודם לכן? _____

ב. הרחב במקצת את גודל הנקב. הבט שוב בעצם.

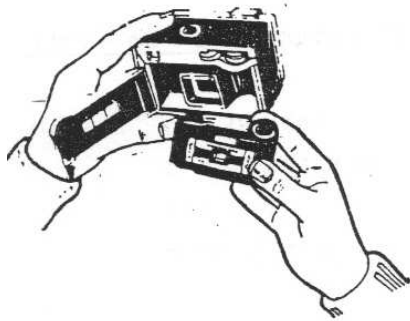
מהו השינוי שחל בבהירות התמונה? _____

בדוק אילו שניים מבין המשפטים הבאים נכונים כאשר מרחיבים את נקב המצלמה:

1. התמונה נעשית גדולה יותר.
2. התמונה נעשית בהירה יותר.
3. התמונה נעשית מטושטשת יותר.
4. התמונה נעשית חדה יותר.

מהן לדעתך הסיבות לכך?

כאשר אומרים על צילום שהוא "באיכות טובה" - לאילו ממרכיבי הצילום מתכוונים?



המצלמה שמשתמשים בה כיום איננה נראית כפי שנראית "מצלמת הנקב", אבל באופן פעולתה היא דומה ל"מצלמת הנקב". גם במצלמה המודרנית חודש האור דרך פתח המצלמה ופוגע בגב המצלמה. בגב המצלמה מותקן סרט צילום רגיש לאור שקולט את תמונת העצם, וממנו מפיקים את התצלום.

מצלמות אוטומטיות בנויות כך שהן חוסכות מהמצלם את הצורך לבדוק את נתוני הצילום ולכוון את המצלמה בהתאם להם. בלחיצת כפתור אחת יכול גם המצלם הבלתי מנוסה ליצור תמונות איכות.



מבנה המצלמה והצילום קשורים לתכונות הפיסיקליות של האור. בחוברת זו תלמד על חלקיה השונים של המצלמה וכיצד הם קשורים לתכונות האור.

פרק ב' – מקורות אור והתקדמות האור

בזמן הצילום עובר בפתח המצלמה אור. האור מגיע מהעצם המצולם אל סרט הצילום במצלמה. ישנם שני סוגים של גופים שאותם אפשר לראות ואפשר לצלם:

א. גופים שיוצרים אור שנקראים בפיסיקה מקורות אור.

ב. גופים שמחזירים אור שנקראים בפיסיקה מחזירי אור.

הווה מספר דוגמאות למקורות אור:

הווה מספר דוגמאות לגופים מחזירי אור:

האם הירח הוא מקור אור או מחזיר אור? _____
נמק מדוע?

גופים שאינם יוצרים או מחזירים אור במידה מספקת אי אפשר לצלם ולעיתים גם אי אפשר לראות. כאשר מדליקים נורת חשמל או נר בחדר שקירותיו צבועים לבן, כל קירות החדר נראים לעין מכיון שהקירות מחזירים את האור שנוצר הנורה או הנר. תופעה זו מעידה על שתי תכונות. האחד של האור והאחרת של הקירות.

מהי תכונת האור הקשורה בתופעה זו? _____

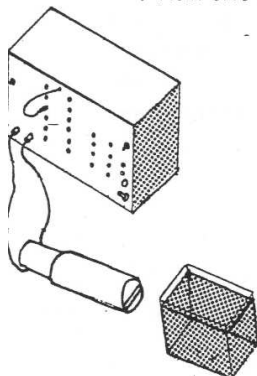
מהי תכונת הקירות הלבנים? _____

כאשר מניחים לאור לעבור דרך נקב קטן יוצרים אלומת אור צרה. נוח יותר לבדוק את תכונות האור כאשר עוקבים אחר מהלכן של אלומות אור צרות. בניסויים הבאים תבדוק באמצעות אלומות אור את תכונות האור.

ניסוי מס' 2 – כיוון התקדמות האור

ציוד:

- מקור אור חזק.
- דיסקה עם מספר סדקים מקבילים.
- דיסקה עם סדק יחיד.
- מייכל מים קטן.
- מים על מעט אבקת חלב או אבקת גיר דקה או פלואוריסין.



מלא את המיכל במי ברז, חבר לפנס דיסקה בעלת סדק יחיד וכוון את קרן האור כפי שמראה תרשים מס' 3. עקוב אחר קרן אלומת האור בתוך המים ובאוויר. מדוע לדעתך אלומת האור לא נראית מחוץ למיכל אבל נראית בתוכו?

פזר מעט אבקת גיר מעל הפנס. האם ניתן לראות את אלומת האור שבאוויר? _____
מהי לדעתך הסיבה לכך?

האם לדעתך ניתן לראות אלומת אור באוויר נקי ללא אבק? _____
מתי האור נראה לעין?

א. החלף את הסדק היחיד בדיסקה עם מספר סדקים וחזור על חלק א' של ניסוי זה. אילו תכונות גיאומטריות ישנן לאלומות האור הנראות בתוך המים?

1.

2.

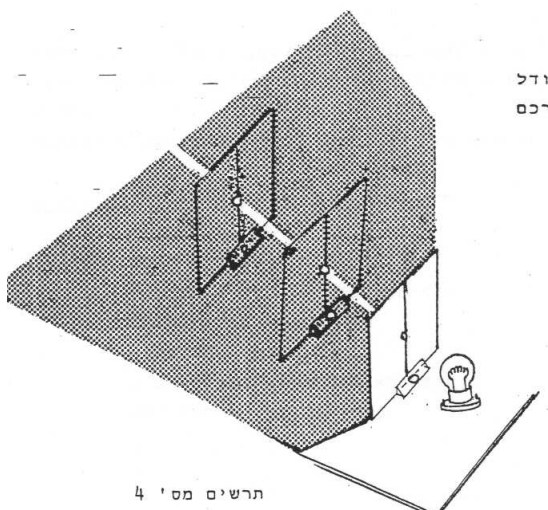
בניסוי הבא תוכיח שהאור מתקדם לאורך קווים ישרים גם אוויר.

אלומת אור צרה נהוג לצייר כקו ישר.

ניסוי מס' 3 – "כיוון התקדמותן של אלומות האור"

ציוד:

- נורה (6V עד 12V)
- ספק.
- שלושה מסכי קרטון בגודל 20 על 20 סנטימטר, שלאורכן מסומן קו אנכי.
- זוג תיילים
- שלושה בסיסים.
- סרגל
- מסמר ונעצים.



תרשים מס' 4

קבע בנעצים את מסכי הקרטון אל הבסיסים. באמצעות המסמר נקוב חור לאורך הקו האנכי המסומן באחד ממסכי הקרטון. הדלק את הנורה והנח ליידה את המסך המנוקב, כפי שמראה תרשים מס' 4. סמן בעיפרון דרך החור שבבסיס את מיקום הלוח על פני השולחן. הצב את המסך השני במרחק של 10 סנטימטר מהראשון, כך שאלומת האור תפגע בקו המסומן לאורכו. נקב חור בנקודת פגיעה של אלומת האור וסמן גם את מיקומו של מסך זה על פני השולחן. הצב את לוח המסך השלישי וחזור על הפעולות שביצעת בשלבים הקודמים. הרחק את שלושת המסכים וחבר בסרגל את שלושת הנקודות המסומנות על פני השולחן. האם הנקודות נמצאות על קו ישר? _____.

איזה תכונה של אלומת האור הוכחה בניסוי זה? _____.

כיצד תוכל להוכיח שגם אלומות אור אחרות יוצרות מין הנורה לאורך קווים ישרים?

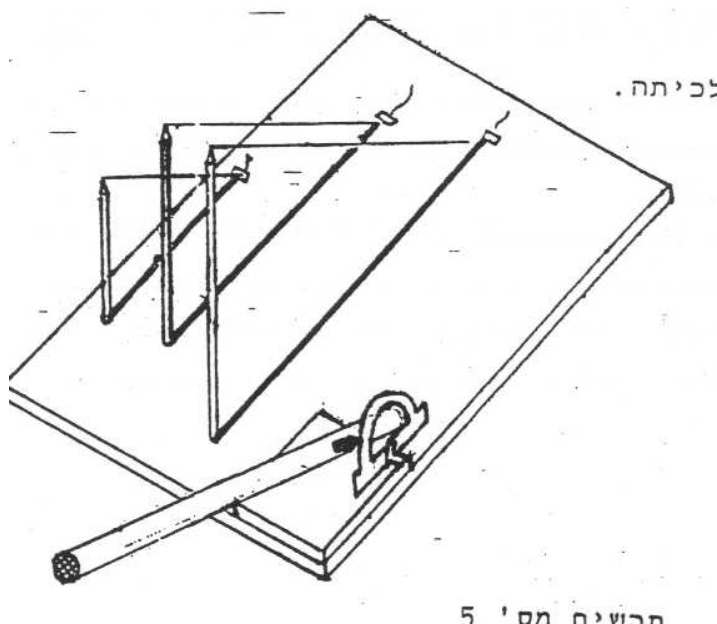
בניסוי הבא תיווכח לראות שגם האור המגיע מן השמש נע לאורך קווים ישרים.

ניסוי מס' 4 – "כיוון התקדמות של אלומות אור השמש"

ציוד:

- מתקן מדידות כיוון אור השמש
- שלוש מוטות עץ דקים
- גומיות דקות
- נייר דבק
- סרגל ומד זווית.

הערה: את הניסוי יש לבצע מחוץ לכיתה.



הכנס את שלושת המוטות לקדחים שבבסיס המתקן. כוון את הצינורית אל השמש, כך שיווצר כתם אור עגול וחד על פני הבסיס. מרגע זה אל תזיז את המתקן ממקומו. קרא במד הזווית את זווית הנטיה של הצינורית במצב זה, ורשום בטבלה. התבונן בצללים שמטילים המוטות ומתח את הגומיות מקצה כל מוט אל קצה הצל שהוא יוצר. הדבק את קצה כל אחת מהגומיות בדיוק בנקודת הקצה של כל צל כפי שמראה תרשים מס' 5. מדוד את הזווית שבין כל אחת מהגומיות לבין הבסיס ורשום בטבלה.

הזווית	
הצינורית	
מוט מס' 1	
מוט מס' 2	
מוט מס' 3	

מהו הקשר שבין הזווית שמדדת לבין כיוון אלומות האור שהגיעו מן השמש?

האם יש הבדל בין הזוויות שנוצרו במוטות השונים? _____.

האם יש הבדל בין זווית הצינורית ובין זווית הגומיות? _____.

איזה תכונה של אור השמש הוכחה בניסוי זה?

במה הייתה שונה תוצאת הניסוי אילו ביצעו אותו בשעה אחרת של היום?

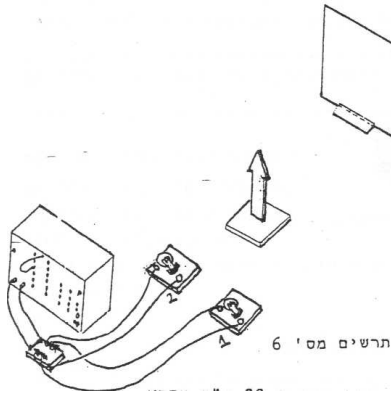
מהן מסקנותיך מניסוי זה?

גם מהיווצרות צללים אנו למדים על התקדמות האור בקווים ישרים. נבדוק זאת בניסוי.

ניסוי מס' 5 – "יצירת צל"

ציוד:

- חץ עשוי קרטון או גוף אחר.
- שתי מקורות אור (3.5V)
- מסך קרטון לבן (20"20)
- בסיסים
- לוח חיבורים
- ארבעה זוגות של חוטי חשמל.
- ספק או סוללות
- נעצים

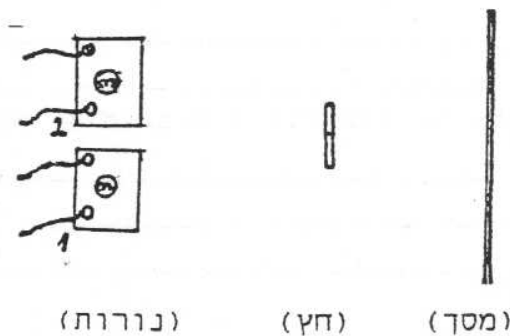


חבר בנעצים את מסך הקרטון לבסיס והצב אותו במרחק עשרים סנטימטר מהחץ. חבר את הנורות לספק דרך לוח החיבורים. הדלק נורה אחד במרחק של 20 ס"מ לפני החץ, כפי שמראה תרשים מס' 6. האם גבולות הצל שעל הנייר חדים וברורים?

הוסף לתרשים מס' 7 את מהלך אלומות האור היוצאות מחוט הלהט של הנורה הדולקת וקובעו את גבולות הצל על פני גיליון הנייר. הדלק נורה שניה והתבונן בגבולות הצל הנוצר כתוצאה מכך. בכמה אזורי צל אתה מבחין?

הדלקת הנורה השניה גרמה להיווצרות שני אזורי צל – איזור הצל המלא במרכז ואזור הצל החלקי בשוליים. שנה את המרחק בין שתי הנורות ותאר כיצד אזורי הצל מושפעים מכך:

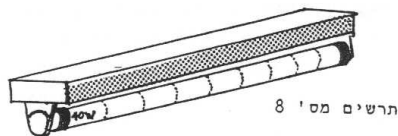
השלם בתרשים מס' 7 את מהלך אלומת האור מחוט הלהט של הנורה השניה הגורמת להיווצרות הצל.



תרשים מס' 7

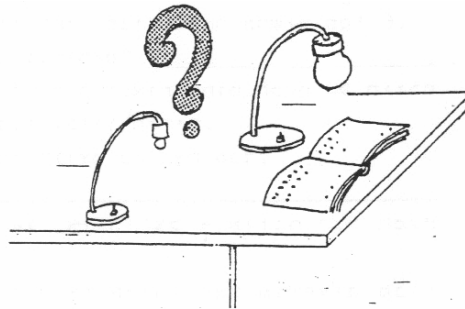
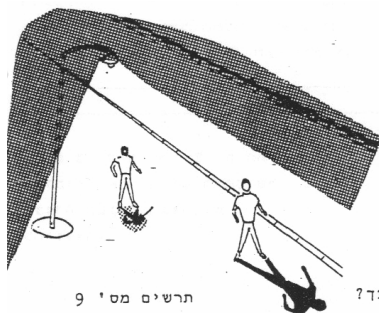
כיצד אפשר להסביר באמצעות תרשים מס' 7 את היווצרות אזור הצל המלא ואזור הצל החלקי המתקבלים על פני המסך?

מה יקרה לאזור הצל החלקי כאשר המרחק בין שתי הנורות יגדל?



מקור אור גדול בנוי מהרבה מקורות אור קטנים הצמודים זה לזה. למשל, אפשר לראות נורה פלואורסצנטית ארוכה כאילו הייתה מורכבת מכה מנורות קצרות המחוברות יחדיו, כפי שמראה תרשים מס' 8.

איזה מקור אור עדיף כדי להאיר שולחן עבודה, מקור אור גדול או קטן? נמק מדוע:

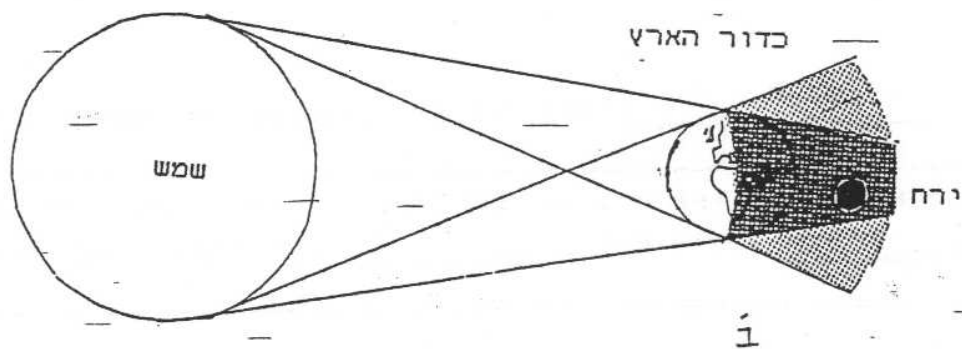
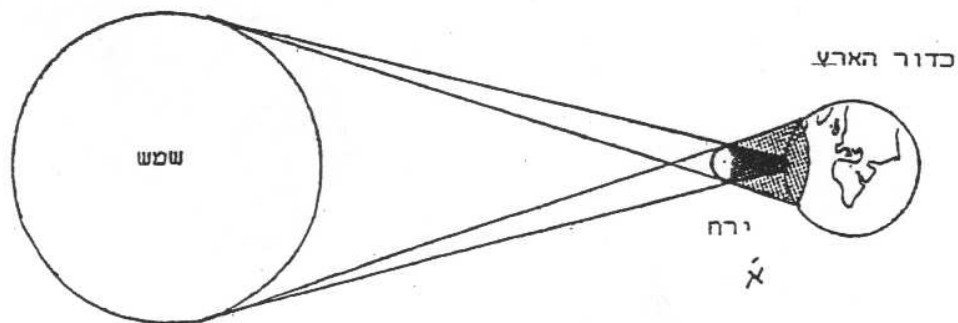


כיצד משתנה אורך צילו של אדם המתרחק מפנס רחוב מאיר בשעת החשיכה (העזר בתרשים מס' 9)

כיצד משתנה חדות גבולות הצל כתוצאה מכך?

הסבר זאת:

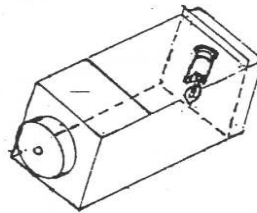
אחת התופעות הקשורות להיווצרות צל היא זו של ליקוי החמה וליקוי הירח. לפניך שני תרשימים (מס' 10 א' ו-ב') המתארים ליקוי חמה וליקוי ירח. (התרשימים אינם לפי קני מידה). בליקוי החמה, הירח מטיל צל על פני כדור הארץ. הליקוי הירח, כדור הארץ מטיל צל על פני הירח. בהסתמך על תרשים מס' 10 א' ו-ב', רשום ליד כל תרשים אם הוא מתאר ליקוי חמה או את ליקוי הירח. סמן את האזור על פני כדור הארץ שבו הצל מלא (ליקוי חמה מלא) סמן את האזורים בהם הצל הוא חלקי (ליקוי חמה חלקי).



תרשים מס' 10

ליקוי חמה מתקיים בראש חודש עברי, ואילו ליקוי לבנה מתקיים האמצע חודש עברי. התוכל להסביר מדוע?

כעת נחזור אל מצלמת הנקב. בהסתמך על תכונות האור שלמדת על כה, הוסף בתרשים מס' 11 את מהלך האור ממקור האור (הנר) דרך הנקב אל המסך שבתוך המצלמה.



תרשים מס' 11

מדוע מתקבלת תמונה הפוכה על פני המסך?

אם נציב במקום הנר מול פתח המצלמה גוף שאינו מקור אור, האם יהיה אפשר לצלם אותו? _____.

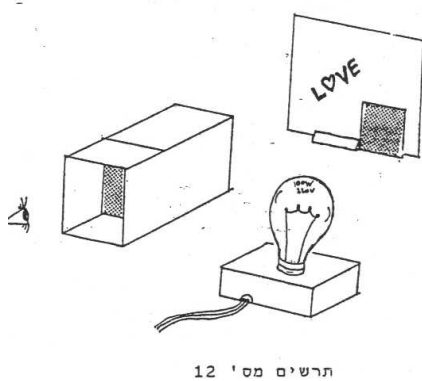
נמק מדוע:

על צילום עצמים שאינם מקורות אור בעצמם תלמד בניסוי הבא.

ניסוי מס' 6 – "יצירת דמויות במצלמה" (הדגמה)

ציוד:

- מצלמת הנקב
- מנורת שולחן
- חפץ בהיר
- מראה
- קרטון (20 על 20)
- בסיס
- נעצים
- עט



תרשים מס' 12

סימון

הכן את "מצלמת הנקב" עם נייר האלומיניום, הנקב והמסך. המורה יצייר או ירשום דבר מה בעט סימון (MARKER) על פני הקרטון הלבן, ויחבר בנעצים את הקרטון לבסיס העץ כפי שמראה תרשים מס' 12. התבונן בלוח הקרטון דרך מצלמת הנקב. האם מתקבלת תמונה על פני המסך שבמצלמה?

מהי לדעתך הסיבה לכך?

כעת ידליק המורה את מנורת השולחן ויכוון אותה אל לוח הקרטון. האם מתקבלת תמונה על המסך?

מהי לדעתך הסיבה לכך?

המורה יעמיד מראה בצמוד לגיליון הנייר כפי שמראה התרשים. כיצד נראית דמות המראה במסך, בהירה או כהה? _____
האם המראה מחזירה אור? _____
האם הקרטון הלבן מחזיר אור? _____
מהי הסיבה לכך שהקרטון הלבן נראה בהיר על פני המסך ואילו המראה נראית כהה?

מהו לדעתך תנאי הכרחי ליצירת תמונה על פני מסך המצלמה?

אילו אמצעים אתה מכיר המסייעים לצילום בתנאי תאורה גרועים?

כזכור לך, גופים שאינם פולטים אור נראים לעין רק כאשר הם מחזירים אור הפוגע בהם. האור המוחזר מגיע אל העין בדיוק כפי שהוא מגיע אל תוך מצלמה הנקב. כאשר אור פוגע בגופים שונים יתכנו שלושה מצבים:

א. האור עובר דרכם.

ב. האור נבלע בתוכם.

ג. האור מוחזר מהם.

לגופים שמרבית האור עובר דרכם ואפשר לראות דרכם, קוראים **גופים שקופים**.

לגופים שאינם מעבירים את האור נקראים **גופים אטומים**.

לגופים שמרבית האור מוחזר מהם קוראים בשם **גופים מחזירים**. (על תכונותיהם של הגופים המחזירים תלמד בהרחבה באחד הפרקים הבאים).

רשום במקומות המתאימים בטבלה מס' דוגמאות לגופים ולחומרים מכל סוג.

גופים וחומרים שקופים	גופים וחומרים אטומים	גופים וחומרים מחזירי

ישנם גופים שקשה לקבוע לאיזה סוג הם שייכים. לדוגמא, התבונן במסך במצלמה. האם הוא אטום לחלוטין?
 האם הוא שקוף לחלוטין?

גופים מסוג זה נקראים שקופים למחצה. תן מס' דוגמאות לגופים או חומרים שקופים למחצה.

לאיזה סוג של גופים שייך גיליון הנייר הלבן?
 לאיזה סוג של גופים שייכים ניירות צלופן צבעונים?

מהו ההבדל שבין נורת ליבון רגילה לבין נורת מאט?

באילו מקרים בוחרים להשתמש בנורת מט ולא בנורה רגילה?

אור וצבע

כאשר אנחנו מתבוננים סביבנו אמו מגלים עולם עשיר של צבעים וגוונים הנוצרים בשעה שהאור פוגע בגופים שסביבו, ומחזר מהם לעינינו. בניסויים הבאים נבדוק כיצד נוצרים הצבעים ומהן הסיבות לכך שגופים שונים נראים לנו בצבעים שונים. בניסוי הבא תבדוק כיצד יוצרים צבע לבן.



ניסוי מס' 7 – "גלגל צבעים" (הדגמה)

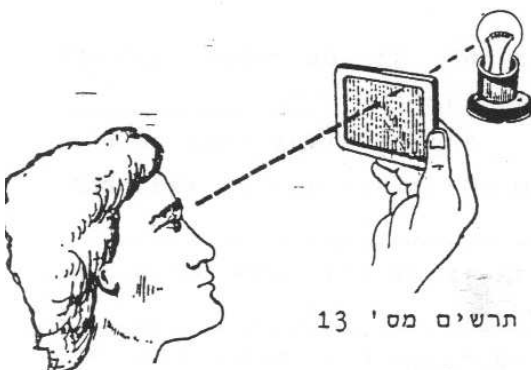
התבונן בגלגל הצבעים שהציג בפניך המורה ורשום את הצבעים המופיעים על פניו:

א. _____ ב. _____ ג. _____
ד. _____ ה. _____ ו. _____

עתה סובב את הגלגל עד אשר יתקבל צבע אחד. מהו הצבע שהתקבל?

כתוצאה מאיזה תהליך נוצר צבע זה?

נוכחת לדעת שאפשר ליצור צבע יחיד מצירוף של צבעים שונים. בניסוי הבא תבדוק האם אפשר להפריד בין הצבעים באור שציבעו לבן.



ניסוי מס' 8 – "פירוק אור לבן לצבעים"

ציוד:

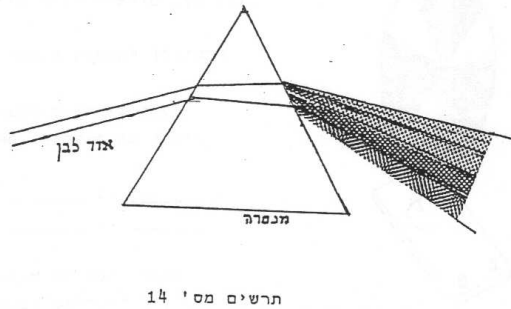
- מקור אור (פנס בעל סדק יחיד)
- שקופית סריג.
- מנסרה משולשת
- גיליון נייר לבן

התבונן דרך השקופית על מקור האור, כפי שמראה תרשים מס' 13. תאר את הצבעים שאתה מבחין בהם:

כתוצאה מאיזה תהליך נוצרו הצבעים?

הנח את המנסרה המשולשת כך שאלומת האור תפגע באחת מצלעותיה. חפש באמצעות גיליון הנייר את האור היוצא מתוך המנסרה. סובב את המנסרה לאט עד אשר יתקבלו על גיליון הנייר כל צבעי הקשת. השלם בתרשים מס' 14 את שמות הצבעים לפי סדר הופעתם.

פירוק האור למרכיבי הצבע שלו נקרא בפיסיקה בשם נפיצה.



משני הניסויים למדת:

- אפשר ליצור אור בצבע אחד ע"י ערבוב של צבעים מתאימים.
- אפשר לפרק אור שצבעו אחיד בתהליך של נפיצה, ולקבל את הצבעים שמהם נוצר.

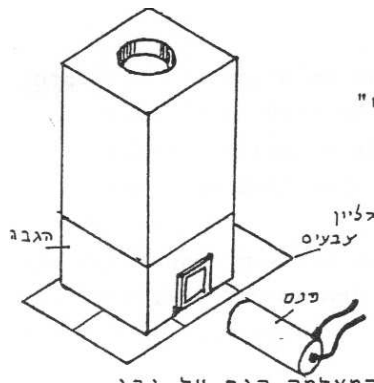
התבונן בעצמים שסביבך, האם ברגע זה הם מוארים ע"י אותו מקור אור? _____
 מהו מקור האור? _____
 האם הם בעלי צבעים שונים? _____
 האם צבעו של עצם הוא תכונה שלו או תכונה של האור הפוגע בו?

במה שונה תכונת גוף שצבעו אדום מתכונת גוף שצבעו ירוק?

במה שונה תכונת גוף שצבעו שחור מתכונת גוף שצבעו לבן?

בניסוי הבא תבדוק כיצד משתנה הצבע כאשר משתמשים במקורות אור שונים.

ניסוי מס' 9 – "השפעת צבע האור על צבעם של גופים"



ציוד:

- פנס
- ניירות צלופן בצבעים שונים
- גליון צבעים
- תיבת המצלמה
- מסגרת עץ (הגבהה)

הנח את מסגרת העץ על גליון הצבעים. את תיבת המצלמה הנח על גבי המסגרת. עטוף את הפנס בנייר צלופן אדום והדלק אותו. קרב את הפנס הדולק אל הפתח שבמסגרת והתבונן בצבעים שונים. רשום בטבלה כיצד נראים לעין הצבעים שעל פני הגליון.

צבע האור	שחור	אדום	כחול	ירוק	לבן	צהוב	כתום	סגול
אדום								
כתום								
סגול								
כחול								

חזור על הניסוי כשאתה משנה את צבע המקור בהתאם לרשום בטבלה. איזה צבע נראה תמיד בצבע האור הפוגע בו? _____ מהי לדעתך הסיבה לכך?

אילו צבעים נראים שחורים כאשר מאירים אותם באור אדום?

אילו צבעים נראים שחורים כאשר מאירים אותם באור כחול?

מהי לדעתך הסיבה לכך?

כאשר אנו רואים גוף בצבע ירוק מואר באור לבן, איזה מרכיב של האור מגיע לעינינו? _____ מה קורה ליתר מרכיבי האור?

האם תכונת החזרת הצבע של הגופים השונים משתנה בהתאם לאור הפוגע בהם?

האם צבעם משתנה כתוצאה מכך? _____

נסכם: צבע הוא תכונה של הגופים בהם פוגע האור. צבעו הנראה לעין של גוף הוא אותו מרכיב צבע שהגוף מסוגל להחזיר. לדוגמא – תכונתו של גוף אדום היא להחזיר את המרכיב האדום של האור שפגע בו.

גוף הנראה שחור הוא גוף שאיננו מחזיר אף אחד ממרכיבי האור שפגעו בו. כאשר באור הפוגע חסר מרכיב הצבע שגוף מסוים מסוגל להחזיר, יראה אותו הגוף שחור.

עד עתה עסקנו בצבע הנוצר מהחזרת האור. עתה נעסוק בצבע הנוצר כתוצאה מבליעת אור. כאשר עטפת את הנורה בניסוי הקודם בנייר צלופן אדום, איזה מרכיב צבע של האור עבר דרך הנייר?

מה קרה למרכיבי הצבע האחרים? _____
איזה מרכיב צבע עובר דרך נייר צלופן כחול? _____
מה קורה למרכיבי הצבע האחרים? _____
לחומרים הבולעים את מרבית מרכיבי הצבע שפוגע בהם ומעבירים רק מרכיב צבע אחד קוראים בשם מסנני צבע. מהו לדעתך תפקידו של מסנן צבע כחול?

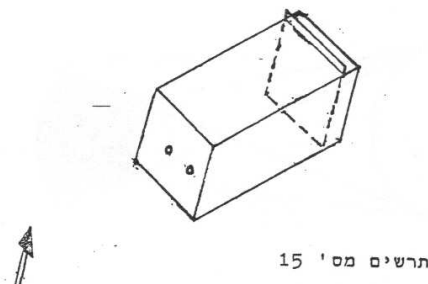
צלם עומד לצלם נוף שיש בו שמיים כחולים, שדות ירוקים, פרחים אדומים, ים כחול וחול צהוב. הוא מתקין בפתח המצלמה מסנן אדום, השלם באילו צבעים יתקבלו בתצלום: השמים _____.
השדות _____, הפרחים _____, הים _____, החול _____. הסבר את תשובותיך.

סיכום: ללא אור לא ניתן לראות או לצלם. האור מגיע אל המצלמה או אל העין מהעצמים אליהם אנו מביטים או עליהם המצלמה מכוונת. ישנם סוגים שונים של גופים, מקורות אור, מחזירי אור, בולעי אור. האור מגיע מנקודה לנקודה לאורך קווים ישרים. אור המתקדם לאורך קו ישר נקרא בשם אלומת אור. אור לבן נוצר מהרכבת מספר צבעי יסוד, פירוק האור הלבן לששת מרכיבי הצבע שלו נקרא נפיצה. צבעם של גופים שונים נקבע על פי תכונותיהם להחזיר חלק ממרכיבי צבע האור שפגע בהם. מסנני אור הם חומרים המעבירים רק חלק ממרכיבי צבע האור שפגע בהם.

שאלות לסיכום המבוא ופרק א'

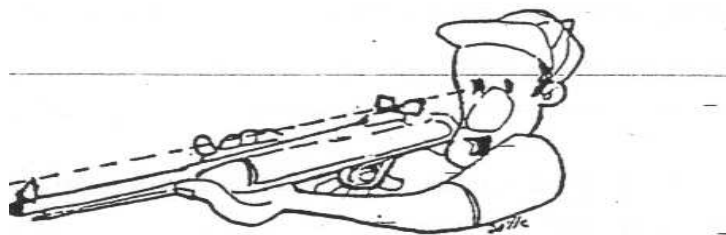
1. במה שונה מצלמת הוידאו ממצלמת הסרט הרגילה?

2. במצלמת נקב ניקבו שני חורים קטנים בנייר האלומיניום. השלם בתרשים מס' 15 את מהלך הקרניים מן העצם עד מסך המצלמה.



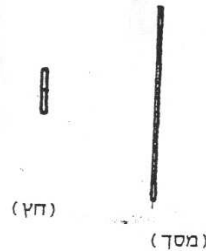
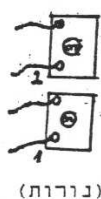
כמה דמויות נוצרות במקרה זה? _____
האם הן ישירות או ההפוכות? _____
האם ריבוי של חורים ישפר או יפגע באיכות הצילום? _____
נמק מדוע? _____

3. רובה מכוונים אל המטרה באמצעות כוונת קדמית וכוונת אחורית. הסבר מדוע?



4. א. מצא בתרשימים הבאים את אזורי הצל המלא ואזורי הצל החלקי וסמן אותם.

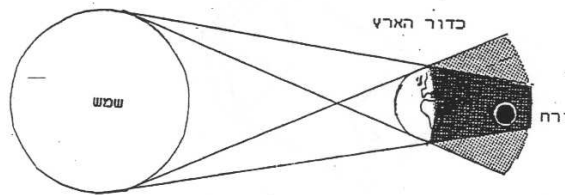
ב. כיצד משפיע מרחק העצם ממקורות האור על גודל אזור הצל המלא?



(מסך)

5. הסתכל בתרשים מס' 16 המתאר ליקוי ירח. האם ליקוי הירח מתרחש במשך היום או במשך הלילה? הסבר מדוע?

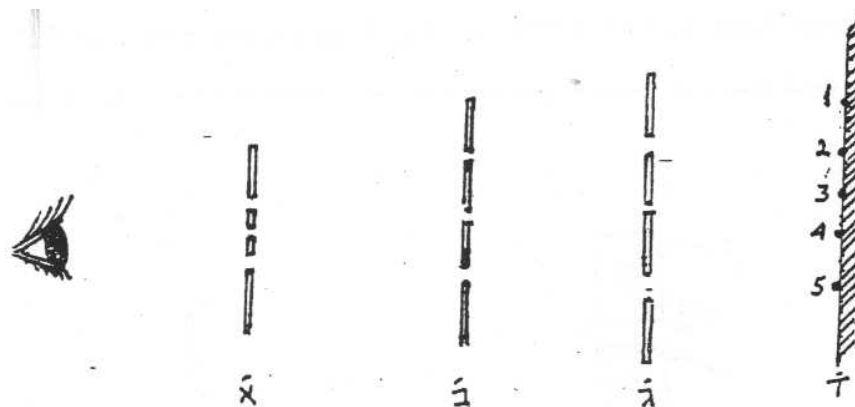
האם הליקוי המתואר בתמונה הוא מלא או חלקי?



תרשים מס' 16

6. הפיסיקאי גלילאו גליליי קבע שלארץ צורת כדור כאשר הוא התבונן בליקוי הירח. מה לדעתך ראה גליליי שהביא אותו לידי מסקנה זו?

7. העין הנמצאת בתמונה מתבוננת דרך 3 מחיצות (א' ב' ג') על הנקודות 1 2 3 4 5 שנמצאות על פני המסך ד'. ראה תרשים מס' 17.



תרשים מס' 17

אילו נקודות לא תצליח העין לראות? _____
נמק מדוע? _____

8. השלם כל משפט באמצעות אחד המושגים המופיעים ברשימה שבצד שמאל:

כחול
גדול
מחזיר אור
שחור
אדום
קטן
כל הצבעים
מקור אור
אור
קווים ישרים

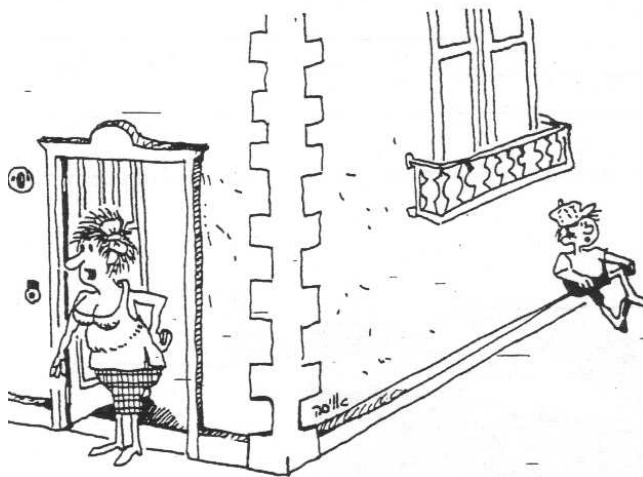
- א. עצם מאיר נקרא בשם _____
ב. האור מתקדם לאורך _____
ג. צל חד נוצר כאשר מקור האור _____
ד. צל חלקי נוצר כאשר מקור אור _____
ה. הירח הוא גוף _____
ו. באור ירוק יראה סוודר אדום בצבע _____
ז. באור אדום יראה סוודר אדום בצבע _____
ח. המסנן כחול מעביר רק צבע _____
ט. גוף לבן מחזיר את _____
י. גוף שחור לא מחזיר _____

9. התבונן בתרשים מס' 18 וענה לשאלות הבאות:

א. האם יוסי ישמע את אימו קוראת לו? (האם קיים קשר של שמיעה ביניהם?)

ב. האם קיים קשר עין בין יוסי לאימו? _____ מדוע?

ג. מה היית ממליץ להם לעשות, לאור מה שלמדת בפרק זה, על מנת שתוכל להשגיח על יוסי במשחקו.



10. מתקן המדידה של זווית קרני השמש הוצב אופקית בחצר ביה"ס ונעשו בו 3 מדידות בשלושה זמנים שונים של היום.

א. בשעת בוקר מוקדמת, עם הזריחה.

ב. בשעת הצהריים.

ג. בשעת אחר הצהריים.

תוצאות הניסוי נרשמו באי סדר באופן הבא: 16, 24, 82.

איזה זווית נמדדה בשעת הצהריים? _____.

איזה זווית נמדדה בשעת הבוקר? _____.

איזה זווית נמדדה בשעת אחר הצהריים? _____.

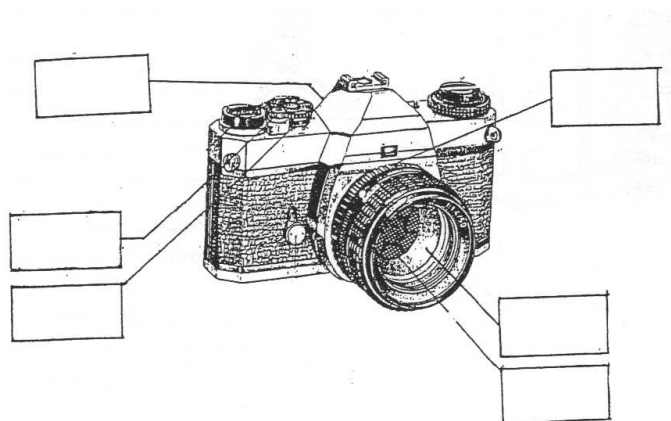
באיזה חלק של היום תהיה זווית קרני השמש גדולה ביותר?

11. כיצד משתנה זווית הפגיעה של אור השמש כאשר נעים מאזור קו המשווה לאזור הקוטב הצפוני?

האם לדעתך קיים קשר בין זווית הפגיעה של האור באזור מסוים על פני כדור הארץ לבין מעלות החום באותו האזור?

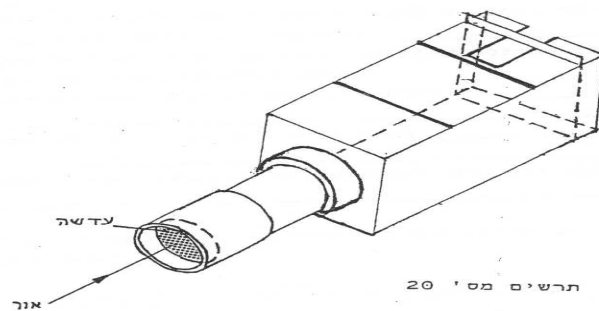
נמק מדוע אתה סבור כך?

12. השלם בתרשים מס' 19 את שמות חלקי המצלמה המתאימים:



פרק ג' - העדשות

בזמן הצילום, השאיפה היא ליצור תמונה חדה ובהירה על סרט הצילום. במצלמת הנקב ניתן לעשות זאת, אבל חסרונותיה בולטים. נקב קטן יוצר תמונה חדה אבל חלשה. נקב גדול יוצר תמונה בהירה אבל מטושטשת. כדי להתגבר על שני החסרונות הללו, משתמשים במצלמות המודרניות בעדשה. בפרק זה תלמד על העדשה ותפקידיה במצלמה. עדשת המצלמה ממוקמת בחלק הקדמי של המצלמה והאור חודר אל המצלמה דרך העדשה. ראה תרשים מס' 20.



בניסוי הבא תראה כיצד מסייעת העדשה לפעולת הצילום.

ניסוי מס' 10 – "תפקיד העדשה במצלמה"

ציוד:

מצלמת נקב

נייר אלומיניום

מקור אור

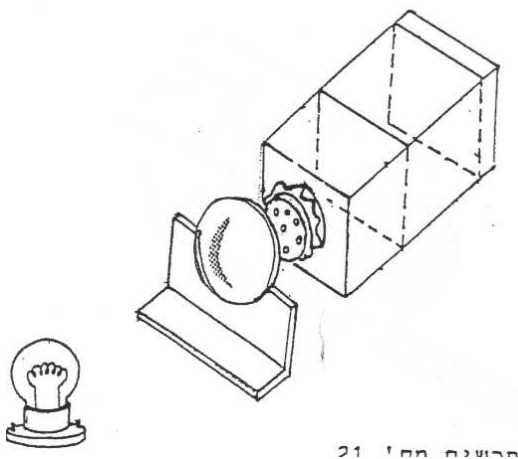
מסמר

עדשה מרכזת (15 ס"מ)

גומייה

נורה

ספק



כסה את פתח המצלמה בנייר אלומיניום והדק אותו באמצעות הגומייה. הכנס את המסך לחריץ האמצעי שבדגם ונקוב באמצעות המסמר חור אחד בנייר האלומיניום. הדלק את הנורה והתבונן במסך. כמה דמויות של מקור האור התקבלו על פני המסך? _____

הוסף עוד נקב אחד במרחק מה מן הנקב הקודם. כמה דמויות נראות הפעם על פני המסך?

הוסף עוד מספר נקבים בסמוך לנקב הראשון. מה הקשר שבין מספר הנקבים לבין מספר הדמויות המתקבלות? _____

קעת הצב את העדשה המרכזת לפני פתק המצלמה כפי שמראה תרשים מס' 21. הזז את העדשה והתבונן במסך. תאר מה קרה לדמויות שעל פני המסך:

מהי לדעתך הסיבה לתופעה שראית?

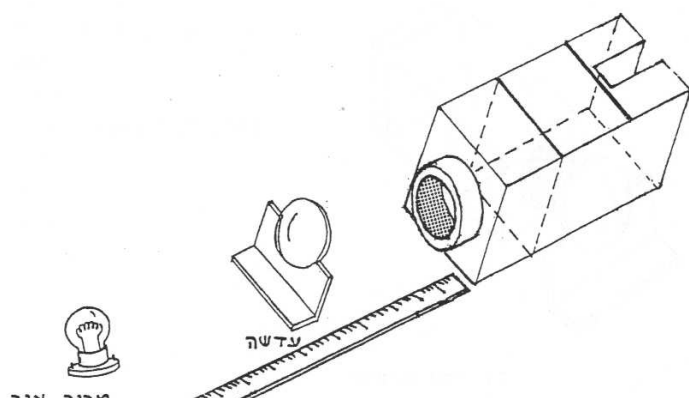
במה שיפרה העדשה את איכות הדמות שעל פני המסך?

בניסוי הבא תחקור את השפעת מיקום העדשה על גודל הדמות המתקבלת על פני המסך.

ניסוי מס' 11 – "קבלת תמונה באמצעות עדשה"

ציוד:

- דגם המצלמה
- מקור אור (נורה או נר)
- מחזיק עדשות
- סרגל
- עדשה מרכזת (15 עד 20 ס"מ)



הדלק את מקור האור והצב בינו לבין פתח דגם המצלמה עדשה מרכזת – כפי שמראה תרשים מס' 22. שנה את מיקום המצלמה עד אשר תתקבל על פני המסך דמות חדה וברורה של מקור אור. תאר את דמות מקור האור שהתקבלה על פני המסך:

במה עדיפה הדמות שנוצרה באמצעות העדשה מזו שנוצרה באמצעות הנקב?

קרב את העדשה אל מקור האור ב-2 ס"מ. שנה גם את מקום המצלמה עד שתתקבל דמות חדה על פני המסך.

כיצד השתנה גודל הדמות כתוצאה מהקטנת המרחק שבין מקור האור והעדשה?

קרב את העדשה למקור האור ב-4 ס"מ נוספים. האם הדמות גדלה או קטנה?

נוכחת לדעת שבאמצעות העדשה המרכזת ניתן ליצור דמויות בגדלים שונים על פני המסך. העדשה יוצרת תמונות על המסך באמצעות תופעה פיסיקלית הנקראת בשם "שבירת אור". שבירת האור פירושה שינוי כיוון התקדמות האור במעבר מחומר שקוף אחד לחומר שקוף אחר.

על שבירת האור תלמד בניסויים הבאים.

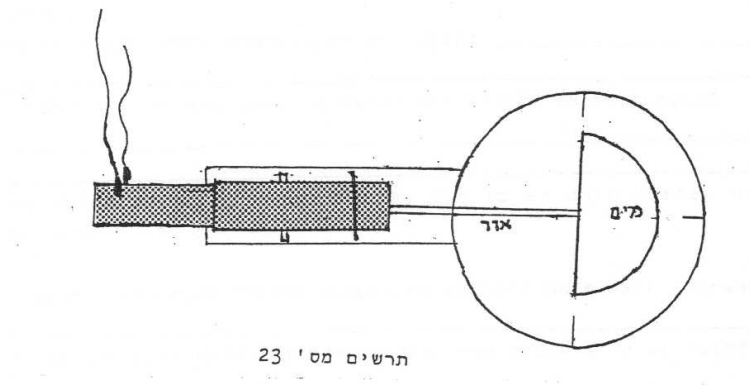
ניסוי מס' 12 – "מעבר האור מאויר למים"

ציוד:

ספק
מיכל מים חצי עגול
לוח פרספקס חצי עגול
ספסל אופטי מסתובב
דיסקה בעלת סדק יחיד
זוג תיילים
אבקת פלואורסין
סרגל
גיליון נייר פולרי

מלא את המיכל במים והכנס למים מעט מאוד אבקת פלואורסין. הנח את מרכז המיכל כך שיהיה חופף למרכז הגיליון הפולרי. חבר את הדיסקית אל הפנס והדלק אותו.

כוון את הפנס כך שאלומת האור תהיה חדה ותפגע במיכל כפי שמראה תרשים מס' 23.



סמן באמצעות הסרגל על גבי הנייר את מהלך אלומת האור בכניסה למים ובצאתה מהם. האם השתנה כיוון האלומה בצאת מהמים? _____
 סובב באיטיות את הספסל כ- 15° ימינה והקפד שלא לגעת או להזיז את מיכל המים.

סמן על גבי בגיליון את כיוון האלומה הפוגעת במים ואת כיוון האלומה היוצאת מהמים. האם השתנה כיוון האלומה בצאת מהמים? _____
 חזור על הניסוי 3 פעמים נוספות, כאשר אתה מסובב את הספסל ב- 15° נוספות בכל פעם. סמן את האלומה הפוגעת והאלומה היוצאת בכל מקרה.

נסכם את הניסוי שביצעת עד כה. סמן את התשובות הנכונות:

אלומת האור הפוגעת בניצב למים משנה / אינה משנה את כיוונה בצאתה מהמים.
 אלומת אור שפוגעת במים בכיוון שאיננו ניצב למים משנה / אינה משנה את כיוונה בצאתה מהמים.
 שינוי הכיוון תלוי / אינו תלוי בזווית שבה האלומה פוגעת במים.

ניסוי מס' 13 – "שבירת האור בפרספקס"

הערה: פרספקס הוא שם של חומר שקוף המשמש תחליף לזכוכית.

כדי לגלות אם תופעת השבירה קיימת גם בחומרים אחרים, נחליף את מיכל המים בלוח פרספקס חצי עגול. הסר את מיכל המים מעל הספסל והנח במקומו את לוח הפרספקס בדיוק באותו האופן. החלף את גיליון הנייר הפולרי וחזור במדויק על כל שלבי הניסוי הקודם. התבונן בגיליונות הנייר שעליהם סימנת את שבירת האור במים ובפרספקס והשווה ביניהם. האם משנה האור את כיוונו במים ובפרספקס באותה המידה? _____ . נמק את תשובתך.

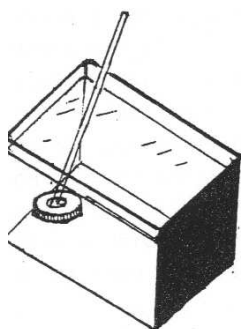
באיזה משני החומרים השבירה גדולה יותר? _____ .
נמק את תשובתך:

במקרים רבים יוצרת שבירת האור אשליות בקשר למקום מוצאם המדויק של שבירת עצמים שונים. בניסוי הבא תבחן את התופעה.

ניסוי מס' 14 – "אשליות אופטיות"

ציוד:

מיכל מים מלבני שקיר אחד שלו אטום
דיסקת מתכת
כוס
קיסם עץ ארוך



פעה .

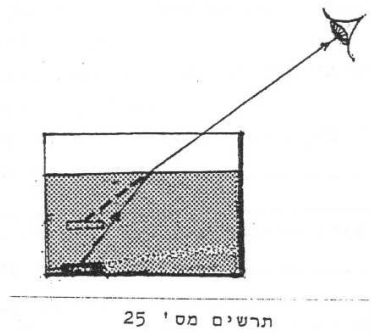
תרשים מס' 24

הנח את הדיסקה בתחתית המיכל ליד הדופן המרוחקת ממך (ראה תרשים מס' 24). הפנה לכיוון את צידו האטום של המיכל כך שלא תוכל להבחין בדיסקה המונחת בתחתיתו. בקש מחברך לשפוך מים לתוך המיכל עד אשר תוכל לראות את תמונת המטבע. האם המטבע נראה עמוק יותר או עמוק פחות מכפי שהוא באמת? _____ .

סמן על פני הקיסם עשר קווים מודגשים במרחק של 1 ס"מ זה מזה. הכנס את הקיסם מעם מקום המטבע ומדוד את עומק דמות המטבע במים.

האם אתה מצליח בכך? _____
 תאר את הקושי שאתה נתקל בו: _____
 נסה לפגוע עם הקיסם במרכז הדיסקה בתנועה רצופה אחת. תאר את הקושי:

הקשיים באיתור מיקומה של הדיסקה מתחת למים קשורים באשליות אופטיות הנגרמות בגלל שבירת האור בצאתו מהמים לאוויר.
 בתרשים מס' 25 קיים הסבר מדוע עצמים מתחת לפני המים נראים לעין שלא במקומם האמיתי.



אור שיוצא מעצם שנמצא בתוך מים נשבר בצאתו מהמים. העין מזהה את מקור האור כאילו היה בהמשך הכיוון שממנו הגיע לעין. וכך נוצרת האשליה שהעצם נראה פחות עמוק מכפי שהוא באמת.

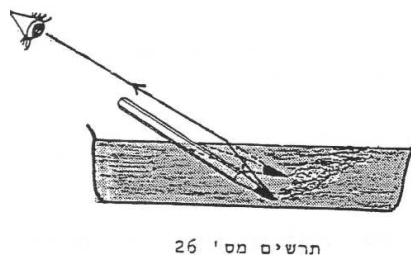
אשליות נוספות מוסברות באמצעות תרשים מס' 26.
 עפרון שחלקו במים וחלקו מחוץ למים ייראה "שבור" בגלל השינויים בכיוון התקדמות קרני האור בצאתו מהמים.

בגופים שקופים בעלי צורות שונות יכולות להתרחש כמה שבירות של האור. בניסוי הבא תבדוק את מהלך האור בגופים מסוג זה.

ניסוי מס' 15 – "שבירת האור במנסרות"

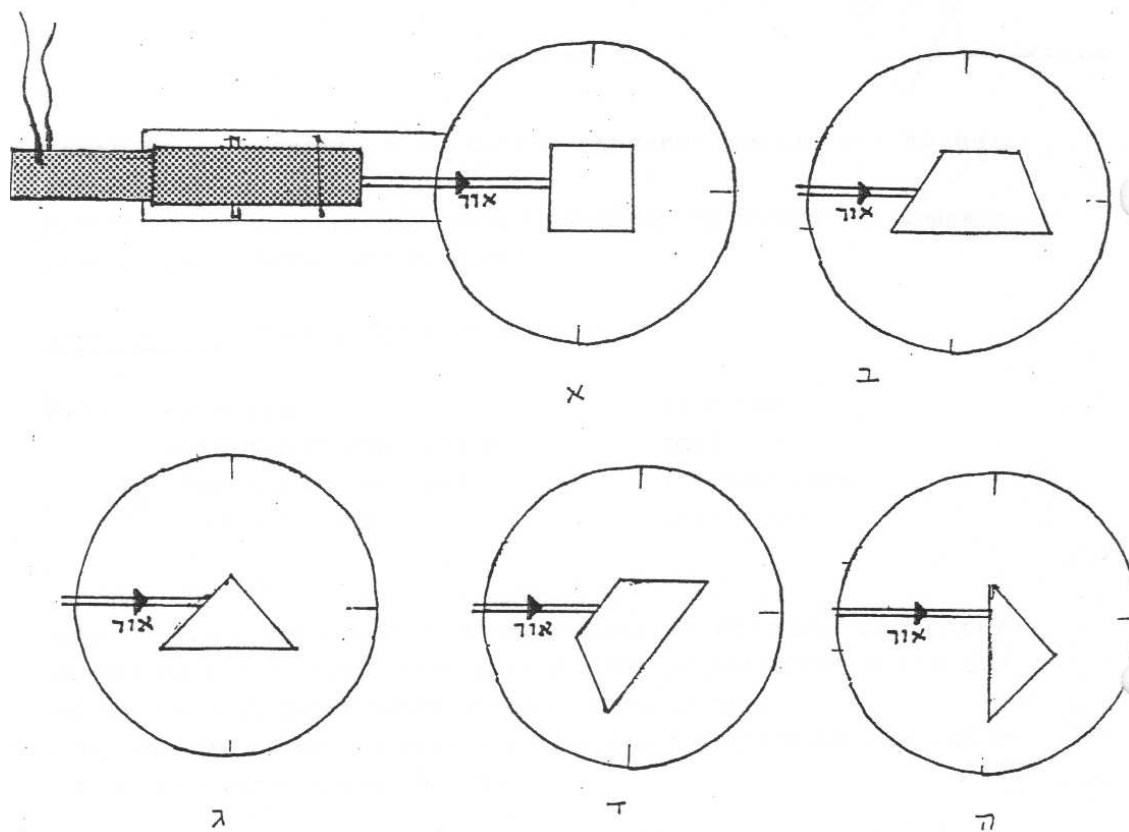
ציוד:

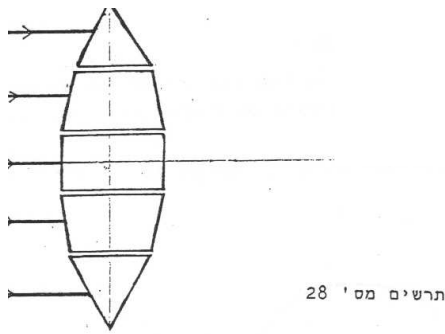
ספסל אופטי
 מנסרות שונות עשויות פרספקס
 דיסקה בעלת סדק יחיד
 ספק



הרכב את הדיסקה בפתח הפנס והפעל אותו. דאג לכך שאלומת האור תהיה חדה ככל האפשר ותעבור לאורך מרכז הספסל.

בדוק את פעולת המנסרות בזו אחר זו לפי סדר המצבים המתוארים בתרשים מס' 27 והשלם בכל תרשים את מהלך אלומת האור בתוך המנסרה ובצאתה ממנה. סמנו בכל תרשים היכן מתרחשת כל שבירה ושבירה.





בהסתמך על התוצאות שקיבלת בניסוי.
השלם בתרשים מס' 28 מה יהיה מהלך
אלומות האור שיעברו דרך הגרף הבא.

צורתו של הגוף בתרשים דומה לצורתו של העדשה המרכזת שבה השתמשת במצלמה.

בניסוי הבא תבדוק כיצד אפשר להסביר את תהליך יצירת הדמויות באמצעות עדשה מרכזת, ובהסתמך
על שבירת האור.

ניסוי מס' 16 – "פעולת העדשה המרכזת"

ציוד:

ספסל אופטי

דיסקית בעלת חמשה סדקים

דיסקית בעלת סדק יחיד

נייר פולרי לבן

ספק

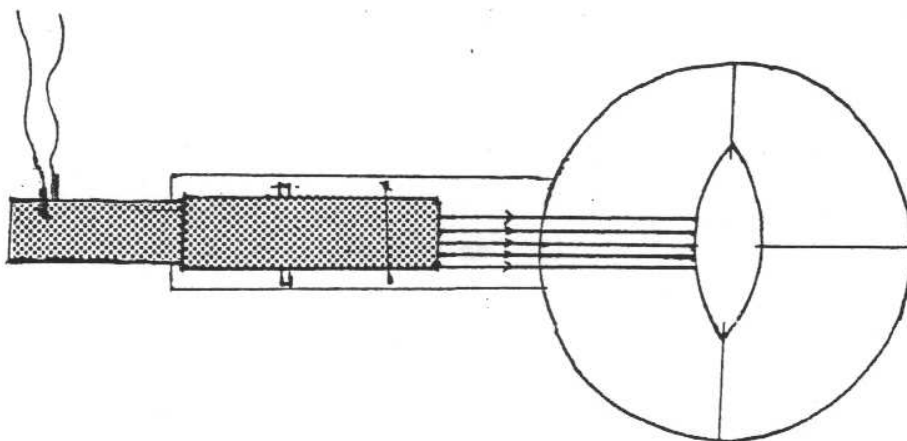
נייר דבק

סרגל

זוג חוטי חשמל

עדשה מרכזת

הדבק את הנייר הפולרי על פני הספסל. חבר את הדיסקית בעלת חמשת הסדקים לפנס והדק אותו
באמצעות הגומייה למקומו כפי שמראה תרשים מס' 29. חבר את הפנס בחוטי החשמל אל הספק. הדלק
את הפנס. כוון את הפנס עד אשר תתקבלנה חמש אלומות אור מקבילות על פני הנייר הפולרי כפי
שמראה תרשים מס' 29.



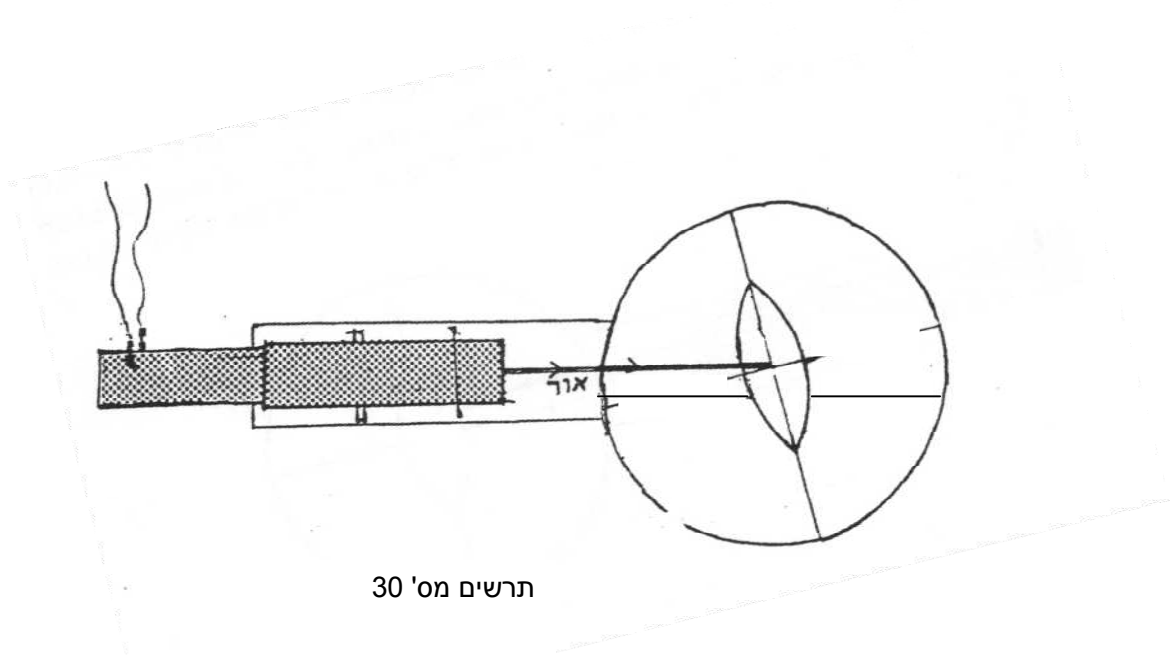
הנח את העדשה המרכזת על גבי הנייר כך שמרכז העדשה יתלכד עם מרכז הנייר הפולרי. התבונן במהלך אלומות האור וסמן על גבי הנייר את הנקודה שבה נפגשות כל אלומות בצאתן מהעדשה. סובב את הספסל חצי סיבוב (180 מעלות) מבלי לגעת בעדשה או להזיזה ממקומה. סמן את הנקודה השנייה שבה נפגשות כל קרני האור לאחר שהשלמת את חצי הסיבוב. מדוע לדעתך מוצדק לכנות את העדשה שברשותך עדשה מרכזת?

הנקודות אליהן התרכזו אלומות האור בניסוי שבצעת נקראות מוקדי העדשה. לעדשה מרכזת קיימים שני מוקדים אליהם היא מרכזת את כל אלומות האור המקבילות לציר העדשה. את מרחק נקודות המוקד מוודדים בס"מ. למרחק זה קוראים בשם רוחק המוקד של העדשה.

עד כאן למדת מהי פעולתה של עדשה מרכזת. בהמשך הניסוי תלמד כיצד אפשר להסביר את היווצרות הדמויות באמצעות ניתוח מהלכן של שלוש אלומות אור העוברות דרך העדשה.

אלומה ראשונה

החלף את הדיסקה בעלת חמשת הסדקים בדיסקה בעלת סדק יחיד. נתק רת הפנס מהגומייה והדלק אותו. דאג לכך שתתקבל אלומת אור חדה ומקבילה לציר העדשה במרחק 1 ס"מ ממנו. כפי שמראה תרשים מס' 30.

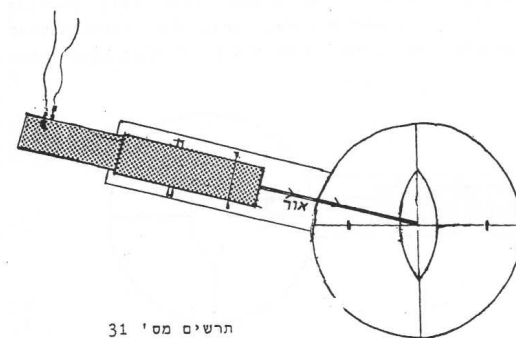


הקפד על כך שציוני נקודות המוקד ישארו על גבי הנייר ושמרכז העדשה ישאר חופף למרכז הגיליון הפולרי.

עקוב אחרי מהלך האלומה וסמן באמצעות סרגל את מהלך האלומה לפני ואחרי העדשה.
 דרך איזו נקודה עוברת הקרן לאחר צאת מהעדשה? _____
 השלם את המשפט הבא: אלומת אור נכנסת לעדשה מרכזת בכיוון מקביל לציר העדשה, תעבור בצאתה
 דרך ה: _____
 השלם בתרשים מס' 30 את מהלך האלומה בצאת מהעדשה.

אלומה שנייה

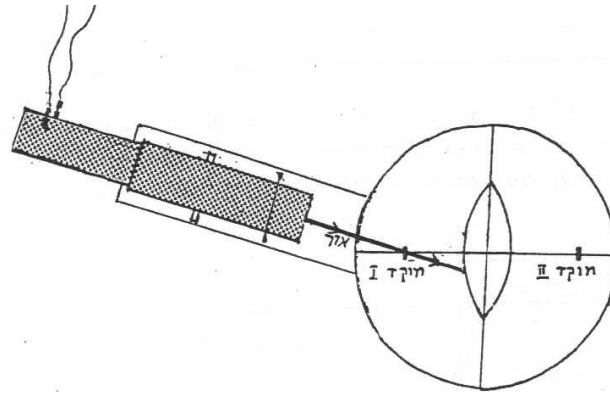
כוון את אלומת האור כך שתעבור דרך מרכז העדשה. כפי שמראה תרשים מס' 31. סובב באיטיות את
 הספסל כ-30 שמאלה ולאחר מכן ימינה. עקוב אחרי מהלך האלומה העוברת דרך מרכז העדשה, וסמן על
 גבי הנייר את מהלך האלומה לפני ואחרי העדשה.
 האם משנה האלומה את כיוונה בצאת מהעדשה? _____
 השלם את המשפט הבא:
 אלומה העוברת דרך מרכז העדשה משנה/אינה משנה את _____ בצאת
 מהעדשה.
 השלם בתרשים מס' 31 את מהלך האלומה בצאת מהעדשה.



אלומה שלישית

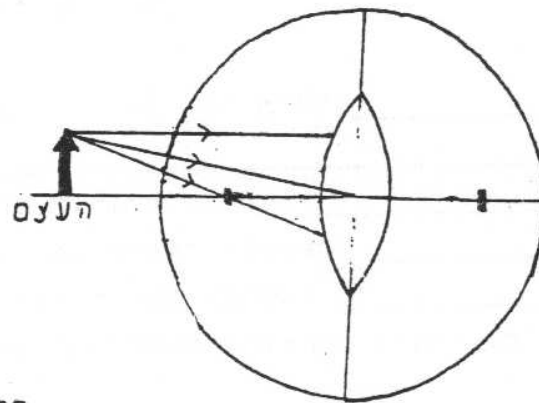
סובב את הספסל בזווית של 30 מעלות בערך והעבר את האלומה דרך נקודת המוקד הקרובה לפנס, כפי
 שמראה תרשים מס' 32.
 עקוב אחרי מהלך האלומה ושרטט על גבי הנייר את מהלכה לפני ואחרי העדשה.

מה כיוון אלומה זו בצאתה מהעדשה? _____
 השלם בתרשים מס' 32 את מהלך האלומה בצאת מהעדשה.



תרשים מס' 32

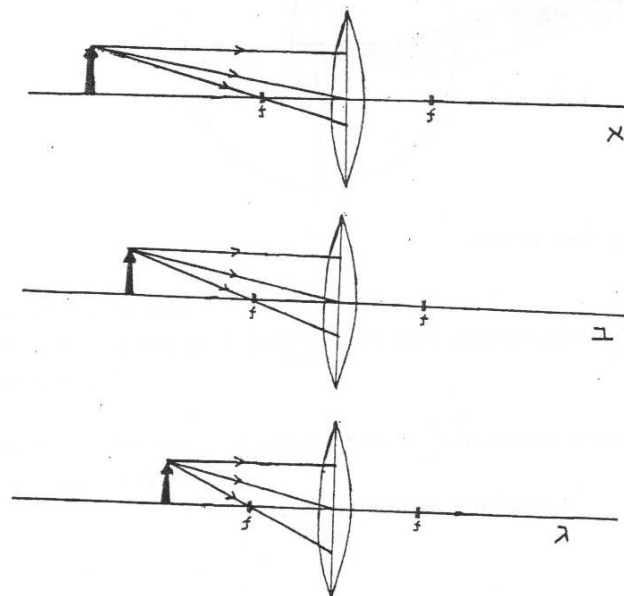
השלם את המשפט הבא:
 אלומת אור העוברת דרך מוקד העדשה תצא מהעדשה בכיוון _____ לציר העדשה.
 בתרשים מס' 32 מתוארת שלוש אלומות, שאת מהלכך בדקת בניסוי, יוצאות מהקצה העליון של העצם.
 השלם באמצעות סרגל את מהלכן של שלושת האלומות.



תרשים מס' 33

סמן את הנקודה שבה נפגשות שלושת האלומות וסמן את מקום הדמות שנוצרת מהעצם ע"י העדשה.
האם תכונות הדמות שבשרטוט מתאימות לתכונות הדמות הנוצרת בעדשה מרכזת?
הסבר במה הדימיון:

מצא בשלושת המצבים א' ב' ג' שבתרשים מס' 34 את מקום הדמות ואת גודלה. בכל המצבים מתוארת אותה עדשה. כאשר העדשה דקה מאוד, אפשר לשרטט את שבירת האור כאילו נעשתה מקו האמצע של העדשה.



תרשים מס' 34

במה שונים המצבים א' ב' ו-ג' זה מזה?

- באיזה מצב הדמות הגדולה ביותר?
- באיזה מצב הדמות מרוחקת ביותר מהעדשה?
- באיזה מצב הדמות קרובה ביותר לעדשה?
- האם קיימת התאמה בין התרשימים לתוצאות ניסוי מס' 11?

בניסוי הבא תבדוק האם לכל סוגי העדשות יש את אותו רוחק מוקד, ואם בכולו אפשר להשתמש כעדשות במצלמה.

ניסוי מס' 17 – "מוקדים של עדשות שונות"

ציוד:

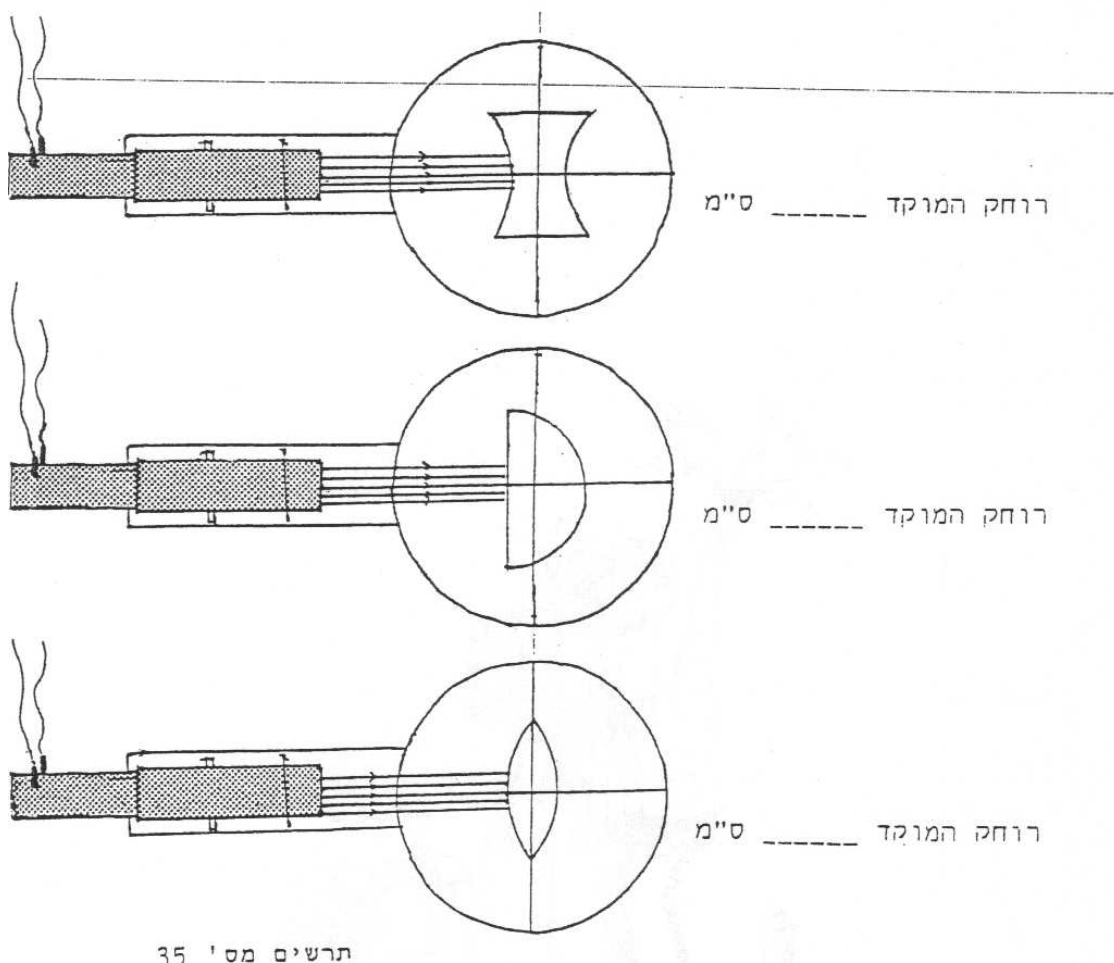
ספסל אופטי

ספק

עדשות שונות

דיסקית בעלת 5 סדקים

חבר לפנס דיסקה בעלת 5 סדקים. הדלק את הפנס וכוון אותו כך שתיווצרנה חמש אלומות אור מקבילות לאורך הספסל. הנח את העדשות השונות על פני הספסל כפי שמתארים התרשימים (תרשים מס' 35). השלם בכל תרשים את מהלך הקרניים ומדוד את רוחק המוקד ממרכז העדשה. כפי שהתקבל בניסוי, ורשום במקומות המתאימים.



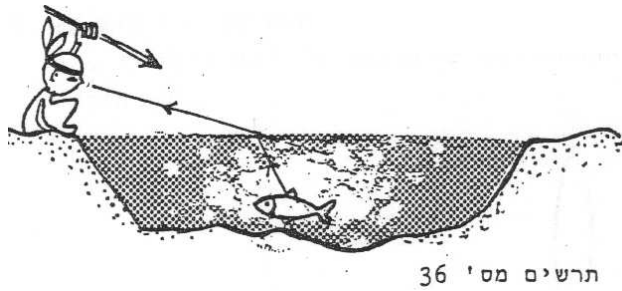
באיזו עדשה לא ניתן כלל להשתמש במצלמה?
נמק מדוע?

איזו עדשה היא בעלת רוחק המוקד הקצר ביותר מביניהן?
איזו עדשה היא בעלת רוחק המוקד הארוך ביותר מביניהן?

מבקשים ממך להתאים עדשה למצלמה שבה המרחק מהעדשה אל סרט הצילום הוא 10 ס"מ. לבחירתך נתונות שלוש עדשות בעלות מרחקי המוקד 10 ס"מ, 15 ס"מ ו-20 ס"מ. באיזו עדשה תבחר?

נמק את בחירתך:





שאלות לסיכום ולדיון בפרק העדשות

1. איזו תופעה הקשורה לתכונות האור מתוארת בתרשים מס' 36?

2. מדוע לא יפגע הדייג בדג אם יטיל את החנית אל המקום שבו הוא רואה אותו?

3. היכן רואה הדייג את הדג, קרוב יותר לפני המים או עמוק יותר ממקומו האמיתי?



4. "דג הצלף" נוהג לפגוע בטרפו בטיפת מים אותה הוא פולט מפיו כשראשו מתחת לפני המים. (תרשים מס' 37) האם יפגע בטרפו אם יפלוט את הטיפה מהמקום שבו הוא רואה אותו?

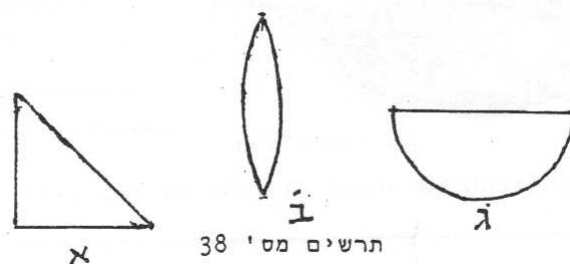
נמק את תשובתך: _____

5. א. במה עדיפה "מצלמת העדשה" על פני "מצלמת הנקב"?

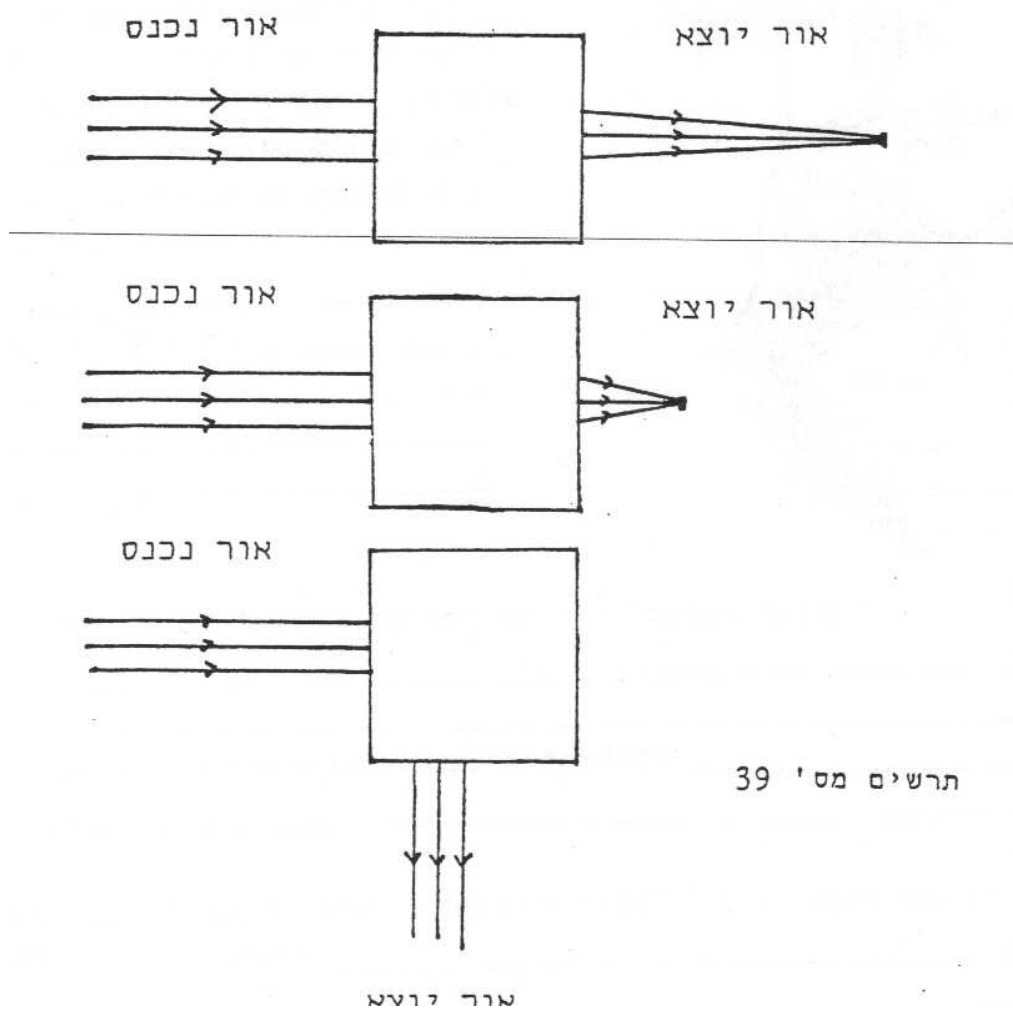
ב. באיזה סוג של עדשה משתמשים במצלמה?

6. איזו פעולה צריך לבצע ב"מצלמת העדשה" כדי לקבל תמונה חדה של העצם על פני המסך?

7. בתרשים מס' 38 מתוארים שלושה חלקים המסומנים באותיות א' ב' ו-ג'. בתרשים מס' 39 מתוארים שלושה התקנים לתוכם ניתן להכניס חלקים אלה.

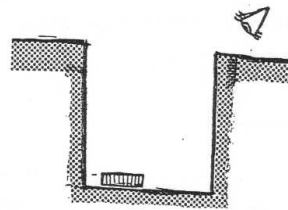


בתרשים מס' 39 נראה מהלך אלומת האור בכניסה להתקנים והיציאה מהם. בהסתמך על מהלך אלומות האור המתוארות בכל התקן, קבע איזה חלק מבין החלקים א' ב' ו-ג', נמצא בתוכו. שרטט כל חלק בתוך ההתקן והשלם את מהלך האור דרכו.



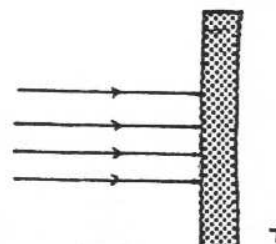
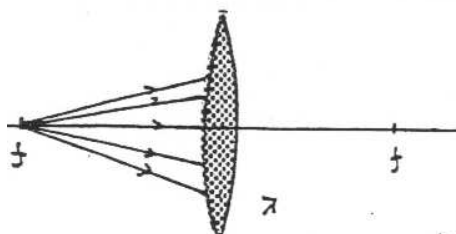
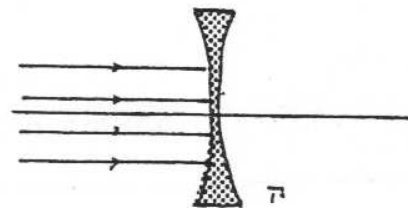
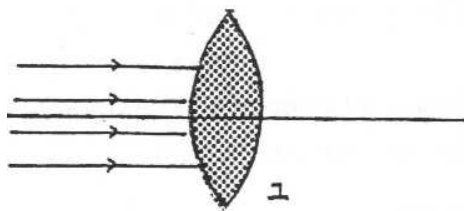
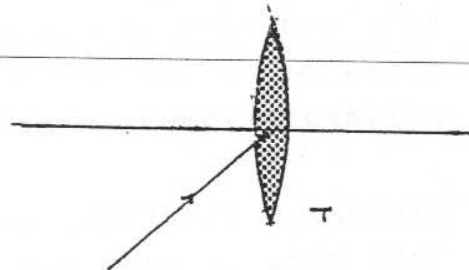
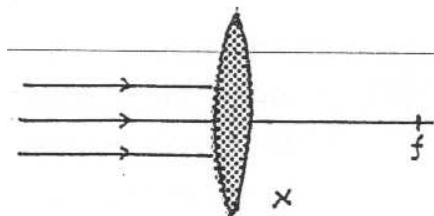
8. העין שבתרשים מס' 40 איננה מסוגלת לראות את המטבע שבתחתית הבור.
א. הסבר כיצד מלוי הבור במים יאפשר לעין לראות את המטבע:

ב. שרטט את מהלך האור במקרה זה:



תרשים מס' 40

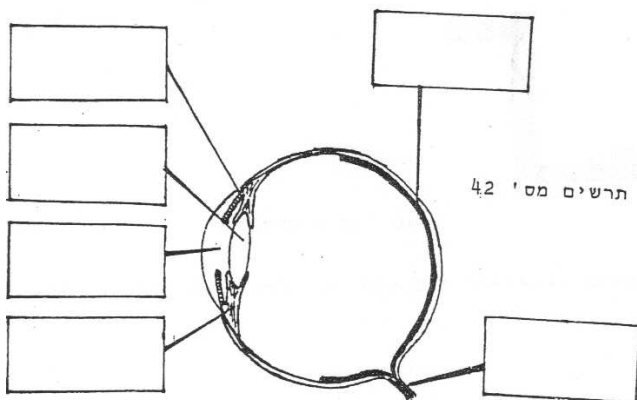
9. השלם את מהלך האור בכל אחד מהמצבים המתוארים בתרשים מס' 41.



תרשים מס' 41

פרק ד' - העין

מבנה המצלמה דומה מאוד למבנה העין ופעלת הצילום דומה לפעולת העין. בפרק זה תלמד על מבנה העין ועל תהליך הראיה.
נכיר תחילה את חלקיה השונים של העין ואת תהליך קליטת האור באמצעותה.
התבונן בתרשים העין (תרשים מס' 42) ושכץ במסגרות המתאימות את שמות חלקיה.



רשתית

עדשה

אישון

עצב ראייה

שרירי העין

כדור העין

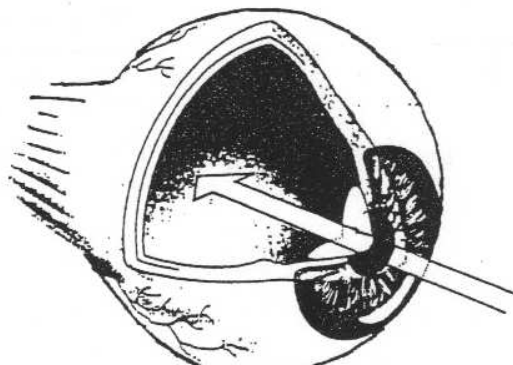
כאשר העין פתוחה, האור חודר לעין דרך האישון. הוא עובר דרך עדשת העין ומתמקד על הרשתית. במקום שהו פוגע האור יוצר עצב הראיה אותות חשמליים המועברים למוח. המוח מתרגם את האותות החשמליים לתמונות אותן אנו רואים.

חשוב לזכור! תמונות העצמים שאותם אנו רואים נוצרות במוח באמצעות העין. העין קולטת את האור ומתרגמת אותו לאותות חשמליים שמהם יוצר המוח את התמונות.

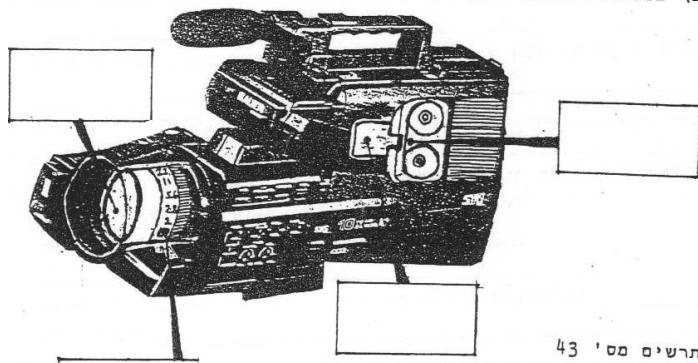
תהליך הראיה דומה לתהליך הצילום במצלמת הוידאו.

רשום במה לדעתך דומה תהליך הראיה לתהליך הצילום המצלמת הוידאו:

- א. _____
- ב. _____



בתרשים מס' 43 מתוארים חלקיה השונים של מצלמת הוידאו.
התבונן בתרשים ושכך במסגרות המתאימות את שמות חלקיה.



עדשה
צמצם
סרט מגנטי
מתרגם האור לאותות חשמליים

תרשים מס' 43

בטבלה הבאה רשום בהתאמה את חלקי העין לחלקי מצלמת הוידאו.
השלם את הטבלה במקומות המתאימים את שמות החלקים החסרים.

העין	מצלמת הוידאו
	צמצם
עדשת העין	
עצב הראיה	
	סרט מגנטי

כעת נעסוק ביתר הרחבה בכל אחד מחלקיה השונים של העין.

האישון:

כאשר אנחנו מתבוננים בעין, קל לנו להבחין במרכזת זאזור שחור שצורתו עגולה. זהו האישון שדרכו נכנס האור אל העין.

האישון נראה שחור מכיוון שתוך העין חשוך ואור איננו יוצא ממנה.

גודלו של האישון משתנה בהתאם לעוצמת האור המגיע אל העין.

עצום עין אחת במשך דקה. פקח אותה ובקש מחברך להשוות בין גודל האישונים בשתי העיניים.

המורה יציב את מקור האור מול דגם עדשת העין. ראה תרשים מס' 44. עקוב אחר מהלך אלומות האור היוצאות ממקור האור, עוברות דרך "עדשת העין" ומתמקדות על פני המסך.

המורה ימדוד בסרגל את המרחק מעדשת העין עד לנקודת המוקד.
מרחק המוקד: _____ ס"מ.
המורה ישאב מעט מים מתוך עדשת העין. כיצד השתנתה כתוצאה מכך עקמומיות העדשה?

המורה ימדוד פעם נוספת את מרחק המוקד. רשום את מרחק המוקד שהתקבל _____.
כיצד השתנה מרחק המוקד?

כעת המורה ידחוס מים לתוך "עדשת העין"
כיצד משתנה עקמומיות העין כתוצאה מכך?
כיצד משתנה מרחק המוקד כתוצאה מכך?

סכם את השפעת שינוי העקמומיות של עדשת העין על מרחק המוקד שלה (סמן את התשובות הנכונות).

כאשר עקמומיות עדשת העין גדלה, גדל / קטן מרחק המוקד שלה.
כאשר עקמומיות עדשת העין פוחתת, גדל / קטן מרחק המוקד שלה.
עדשת העין מסוגלת ליצור מוקדים במרחקים שונים / שווים כתוצאה מכך שהיא מסוגלת לשנות את עקמומיות/ גודל עדשת העין.

בניסוי הבא תוכל לראות כיצד נראים שינויי המוקד בתוך "כדור העין".

ניסוי מס' 19 – "מוקד העין"

ציוד:

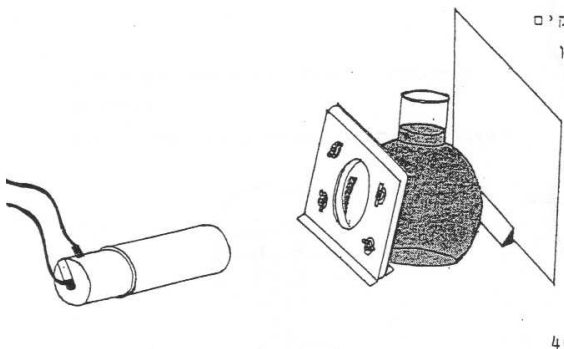
"מודל העין"

פנס

דיסקה בעלת חמישה סדקים

מסך או גיליון נייר לבן

אבקת פלואורסין



המורה יציב את עדשת העין לפני הבקבוק המייצג את כדור העין וידליק את הפנס, כפי שמראה תרשים מס' 45. עקוב אחרי מהלך קרני האור בתוך כדור העין.

האם מוקד "העין" נמצא בתוך כדור העין או מחוצה לו? _____
איזה שינוי צריך לעשות לעקמומיות "עדשת העין" כדי להזיז את המוקד אל "הרישתית"?

המורה יבצע את השינוי הנדרש. האם צדקת? _____

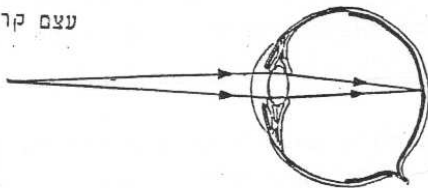
ליקוי ראייה

כאשר העין אינה מסוגלת למקד על הרישתית את הדמות הנוצרת ע"י העדשה, נוצר מצב של ליקוי ראייה. ישנם שני סוגים עיקריים של ליקויי ראייה.

קוצר ראייה – העין מסוגלת לראות בצורה חדה רק עצמים קרובים אליה.

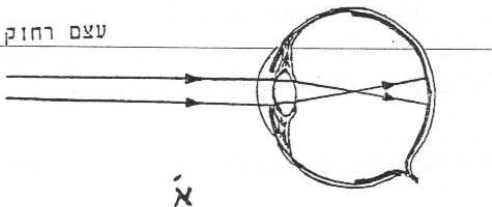
רוחק ראייה – העין מסוגלת לראות בצורה חדה רק עצמים רחוקים ממנה.

עצם קרוב



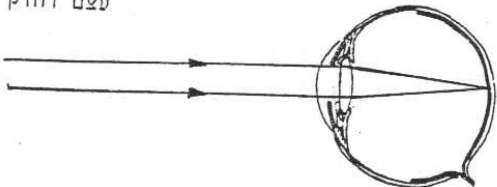
כאשר עין קיצרת ראייה מסתכלת על עצם רחוק ממנה, הדמות נוצרת לפני הרישתית, כפי שמראה תרשים מס' 46 א'.

עצם רחוק



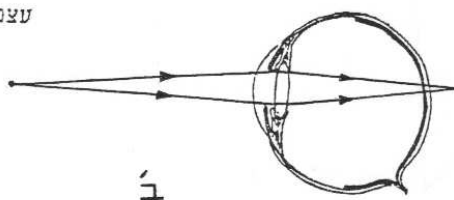
כאשר עין רחוקת ראייה מסתכלת על עצם קרוב אליה, הדמות נוצרת אחרי הרישתית, כפי שמראה תרשים מס' 46 ב'.

עצם רחוק



כדי לתקן את ליקויי הראייה משתמשים במשקפיים. בניסוי הבא תוכל לראות כיצד הדבר נעשה.

עצם קרוב



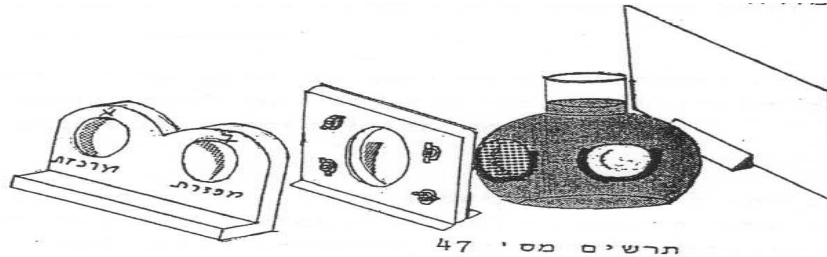
תרשים מס' 46



ניסוי מס' 20 – "משקפיים ותיקון ליקויי ראייה"

ציוד:

המורה יצור ב"מודל העין, מצב של קוצר ראייה. לפני עדשת העין יציב המורה את ה"משקפיים". ראה תרשים מס' 47.



על פני המשקפיים נמצאות שתי עדשות שונות המסומנות באותיות א' ו-ב'. עדשה א' היא עדשה מרכזת. עדשה ב' היא עדשה מפזרת. כיצד משפיעה עדשה מרכזת על האור העובר דרכה?

המורה ינסה לתקן את "קוצר הראיה" באמצעות העדשה א'. האם העדשה א' מתאימה לתיקון הליקוי? _____ נמק מדוע:

המורה ינסה לתקן את "קוצר הראיה" באמצעות עדשה ב'. האם עדשה ב' מתאימה לתיקון הליקוי? _____ נמק מדוע:

איזה סוג של עדשה מתאים לתיקון קוצר הראיה?

המורה ישנה את עקמומיות עדשת העין ויצור באמצעות העדשה ליקוי של "רוחק ראייה".

המורה ינסה לתקן את ליקוי הראיה באמצעות המשקפיים. איזה עדשה מתאימה לתיקון "רוחק ראייה"? _____ נמק מדוע:

נסכם: לאנשים שסובלים מבעיית קוצר ראייה מתאימים משקפים שהן בעלי עדשות _____.
לאנשים שסובלים מבעיית רוחק ראייה מתאימים משקפיים שהן בעלי עדשות _____.

לא כל מרכיבי המשקפיים הם קצרי רואי או רחוקי רואי. ישנם ליקויי ראייה אחרים שתיקונם דורש עדשות מיוחדות שלא נוכל במסגרת חוברת זו להרחיב עליהם את הדיון.

אפקט הראינות

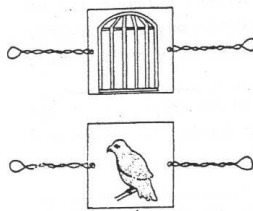
התמונה הנקלטת ברשתית העין נמסרת למוח בפרק זמן של כעשירית השנייה. אם בפרקי זמן קצרים מעשירית השנייה תתחלף התמונה על פני הרשתית המוח לא יוכל לגלות את הבדל הזמנים שבין התמונות, והן תיראנה למוח כאילו נוצרו ממש באותו זמן.

בניסוי הבא תוכל לגלות את אפקט הראינות.

ניסוי מס' 21 – "אפקט הראינות"

ציוד:

קרטון לבן בגודל 8"8 ס"מ
שתי גומיות



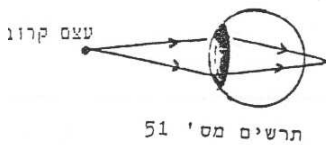
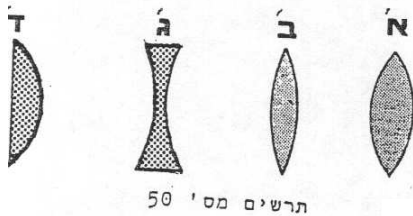
תרשים מס' 48

צייר על צידו האחד של הקרטון את הכלוב ובצידו האחר את היונה, כפי שמראה תרשים מס' 48. חבר את הגומיות אל הקרטון דרך שני הנקבים. סובב את הגומיות בין שתי אצבעות ירך והתבונן בקרטון המסתובב. במה אתה מבחין?

מהי הסיבה לתופעה זו?

מהו הקשר שבין תופעה זו לסרט הקולנוע?

כיצד יראה לעין סרט קולנוע שמוקרן בקצב של תמונה אחת בכל חמש עשיריות של שנייה?



שאלות לסיכום ולדין בפרק ה"עין"

1. מהי הסיבה שבגללה זקוקים האסקימוסים למשקפיים כדוגמת המשקפיים המתוארים בתרשים מס' 49?

2. אדם המרחיק ממנו את העיתון על מנת שיוכל לקרוא בו סובל מקוצר ראייה או רחוק ראייה?

3. איזה עדשה מבין א' ב' ג' ד' המתוארות בתרשים מס' 50, יכולה לשפר את ראייתו של אדם קצר רואי?

4. איזה ליקוי ראייה מתואר בתרשים מס' 51?

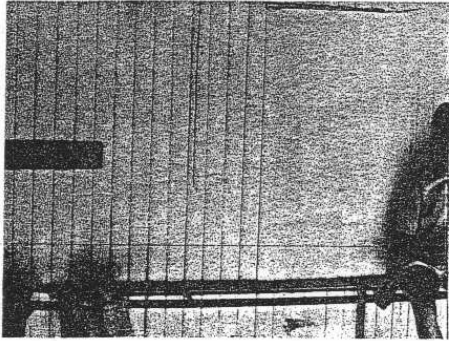
איזה עדשה יכולה לתקן ליקוי מסוג זה?

5. אדם קצר רואי ואדם רחוק רואי מנסים כל אחד בניפרד להשתמש בעדשות המשקפיים שלהם על מנת להבעיר אש. מי מהן לא יצליח בכך? נמק את תשובתך:

הסבר מדוע הצליח האחר:

פרק ה' - כוונת הראיה ומד הטווח

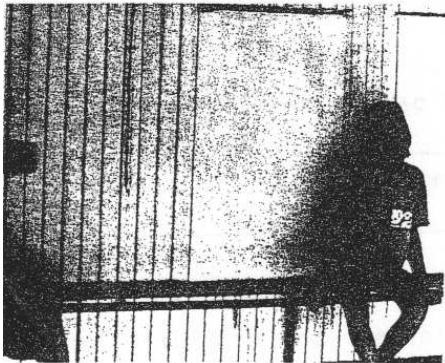
התבונן בתמונות שלפניך. כוונת הצלם הייתה לצלם את הילד. התמונות הן באיכות טובה אבל בכל זאת אינן טובות. רשום ליד על תצלום בתרשים מס' 52 מה לדעתך לקוי בו.



א'



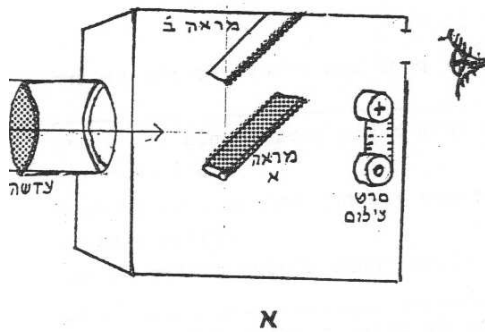
ב'



ג'

תרשים מס' 52

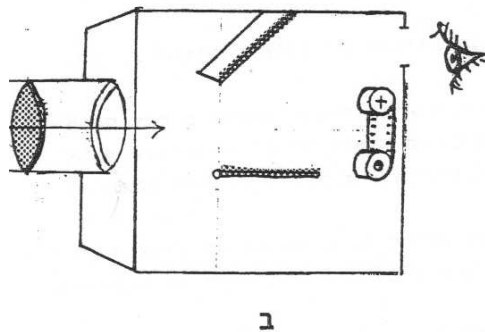
כדי לסייע בידי המצלם לתכנן כהלכה את צילומיו ולארגן בצורה נכונה את פרטי התמונה, מותקנת בכל מצלמה כוונת ראייה. כוונת הראיה מנצלת את אחד העקרונות הפיסיקלית הקשורים בהחזרת האור. על עיקרון החזרת האור תלמד בפרק זה.



ישנם סוגים שונים של כוונת ראייה.
בפרק זה תלמד על כוונת הראייה
הבנויה משתי מראות, כפי שמתוארת
בתרשים מס' 53. בתרשים מתוארות
המראות בשני מצבים: מצב א' – בזמן
כיוון המצלמה. מצב ב' – בזמן הצילום.

במה שונים מצבי המראות בזמן כיוון
המצלמה ובזמן הצילום?

מדוע יש לשנות את מצב המראות בזמן
הצילום?



תרשים מס' 53

בניסוי הבא תבדוק את תכונות האור שאותן
מנצלים בכוונת הראייה.

ניסוי מס' 22 – "כוונת הראייה"

ציוד:

דגם המצלמה

הוצא את העדשה מהמצלמה והתבונן דרך כוונת הראייה על עצמים שונים הנמצאים בסביבתך.
האם תמונת העצם הנראית בכוונת הראייה זהה לתמונת העצם הנראית דרך פתח המצלמה?

מדוע לדעתך יש חשיבות לעובדה זו?

מהם שני החלקים החשובים של כוונת הראייה?

השלם בתרשים מס' 53 את מהלך האור החודר לפתח המצלמה ומגיעות לעין דרך כוונת הראייה.

האם תמונות כל העצמים מכל מרחק נראות חדות דרך כוונת הראיה?

זכור לך, בפתח המצלמה נמצאת עדשה שתפקידה לסייע בקבלת התמונה על פני לוח הצילום. הרכב את עדשת המצלמה והתבונן שוב דרך כוונת הראיה על עצמים שונים הנמצאים סביבך. האם כל תמונות העצמים שאתה מתבונן בהם נראות חדות דרך כוונת הראיה?

התבונן בעצמים הנמצאים במרחק של 20 ס"מ ממך ובעצמים הרחוקים מספר מרים ממך.

סמן את התשובות הנכונות בשאלות הבאות.

איזה עצמים נראים בצורה ישרה דרך כוונת הראיה? קרובים / רחוקים.

איזה עצמים נראים הפוכים? קרובים / רחוקים.

האם בכל מצב של העדשה נראות התמונות חדות דרך כוונת הראיה? כן / לא.

כיצד צריך לשנות את מקום העדשה על מנת לקבל תמונות חדות של עצמים רחוקים מן המצלמה? להרחיק / לקרב אליהם את העדשה מסרט הצילום.

הסר את החלק האחורי של דגם המצלמה והתבונן פעם אחת דרך עדשת המצלמה ופעם אחד

דרך כוונת הראיה. האם תמונות העצמים בשני המצבים זהות? _____.

איזה חשיבות יש לכך?

הכנס את המסך לתוך המצלמה. במה שונה תמונת העצמים על המסך מתמונת העצמים ללא המסך?

ראית שכוונת הראיה מותקנת בדגם בנויה מתי מראות המחזירות את האור הפוגע בהם. החזרת האור ממראות נעשית על פי חוק פיסיקלי חשוב שעליו תלמד בניסוי הבא.

ניסוי מס' 23 – "חוק ההחזרה של האור"

ציוד:

ספסל אופטי

פנס

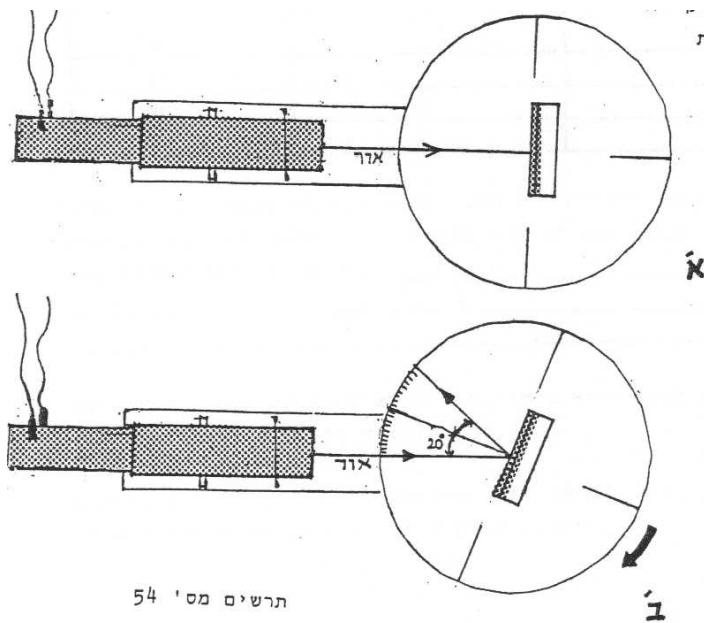
דיסקה בעלת סדק יחיד

שתי מראות ישרות

נייר פולרי

ספק

זוג תיילים



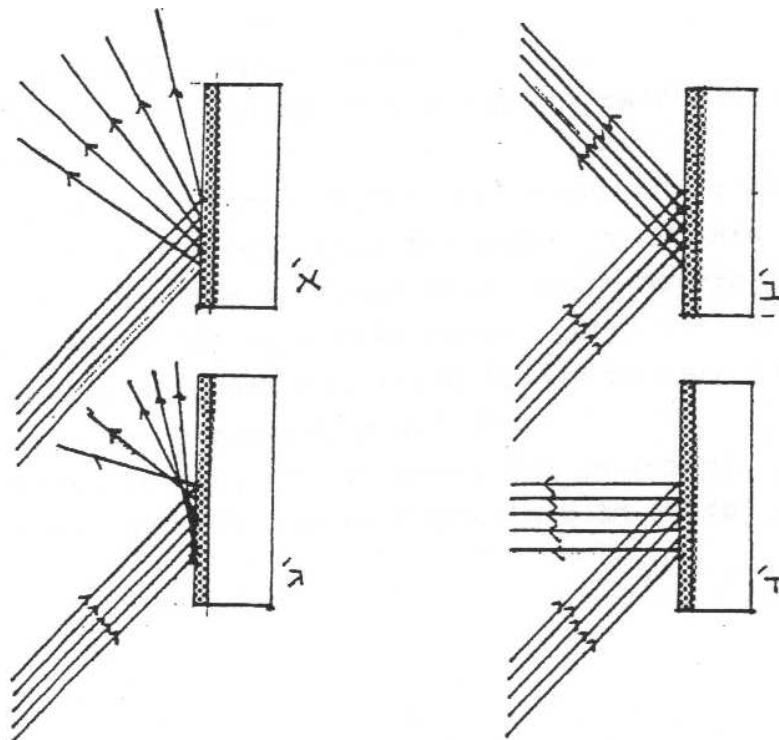
חבר לפנס את הדיסקה והדלק אותו. כוון את אלומת האור כך שתהיה חדדה וברורה לאורך כל הספסל, ותעבור לאורך מרכזו. הנח את המראה על פני הלוח הפולרי כפי שמראה תרשים מס' 54 א'. סובב מעט את הלוח הפולרי ודאג לכך שאפשר יהיה לראות את האור המוחזר מהמראה. החזר את הלוח כך שהאור הפוגע והאור המוחזר יתלכדו. סובב את הלוח ב-20 מעלות מבלי לגעת במראה, ועקוב אחרי מהלך אלומת האור הפוגעת ואלומת האור החוזרת. זווית הפגיעה של האור וזווית ההחזרה של האור נמדדות כפי שמראה תרשים מס' 54 ב'. זווית הפגיעה של הקרן הפוגעת במראה היא בת (השלם) _____ מעלות. זווית ההחזרה של הקרן החוזרת מהמראה היא בת (השלם) _____ מעלות.

חזור על הניסוי כשאתה מסובב את הספסל ב-20 מעלות נוספות, ורשום א תוצאות בטבלה

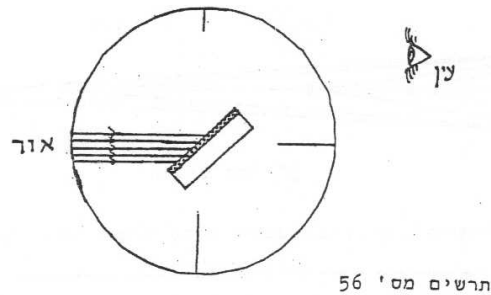
זווית האלומה הפוגעת	זווית האלומה החוזרת	הזווית שבין האלומות
20°		
40°		
60°		
80°		

בהסתמך על תוצאות הניסוי אפשר לנסח חוק המסביר את הקשר שבין זווית הפגיעה של האור במראה לבין זווית ההחזרה שלו ממנה. הצע ניסוח משלך לחוק זה :

חבר לפנס דיסקה בעלת 5 סדקים ועקוב אחרי מהלך אלומות האור כשהן פוגעות במראה ומוחזרות ממנה. התבונן בתרשימים שלפניך (תרשים מס' א' ב' ג' ד'). סמן את התרשימים המתאר באופן נכון את תוצאות הניסוי.



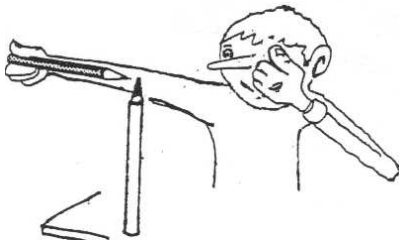
כיצד יש להניח על פני הלוח את המראה השנייה כך שמהלך האור בין המראות יהיה כפי שהוא נעשה בכוונת הראיה של המצלמה. השלם בתרשים מס' 56 את מיקום המראה השנייה ואת מהלך האור בין המראות ואל העין.



מד הטווח

אחת הפעולות החשובות בצילום הוא עומדן המרחק מהמצלמה אל העצם המצולם. בזמנים עברו היה על הצלמים להעריך את המרחק של העצם ולכוון את המצלמה בהתאם לכך. אחד האמצעים למדידה מדויקת של המרחק מהמצלמה לעצם המצולם הוא מד הטווח. על עיקרון הפעולה של מד הטווח תלמד בניסויים הבאים. לעיתים אנו נתקלים בקושי לאמוד מרחקים בניסוי הבא תתנסה בקושי כזה.

ניסוי מס' 24 – "אומדן מרחק באמצעות עין אחת"



ציוד:

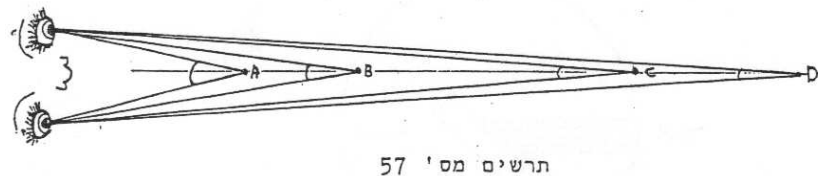
מתקן מדידת זווית השמש
שלושה מוטות עץ מחודדים
עיפרון עץ מחודד

נעץ את שלושת המוטות בחורים המתאימים שבלוח. הצב את הלוח במרחק של 50 ס"מ ממך. קח עיפרון מחודד ונסה לגעת בקצה כל מוט כאשר עין סגורה. האם הצלחת בכך? _____. מהי הסיבה לכך שהתקשת בכך?

כעת חזור על הניסוי כאשר שתי ענייך פקוחות. באיזה משני המקרים אומדן המרחק שלך יהיה טוב יותר?

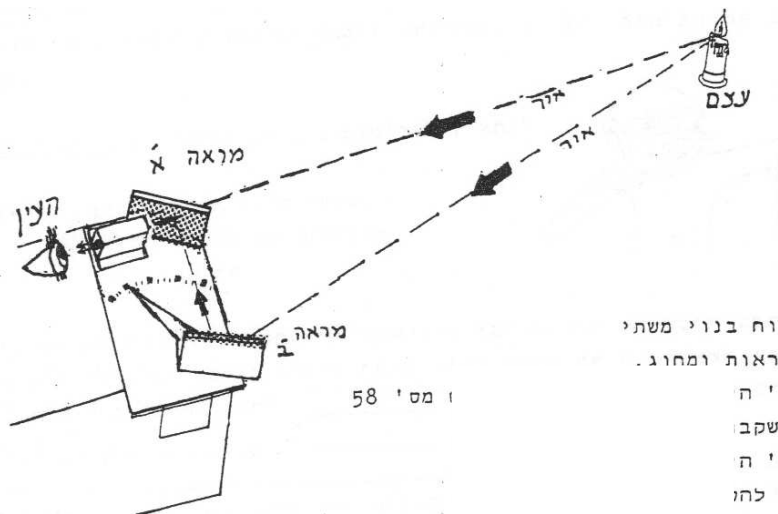
בהסתמך על תוצאות הניסוי, הסבר איזה יתרון יש לראיה בשתי עיניים?

בתרשים מס' 57 מתוארים קווי הראיה של שתי עיניים המתבוננות העצמים שונים שנמצאים במרחקים שונים מהם. זווית הראיה של כל עצם היא הזווית שבין שני קוי הראיה לאותו עצם. חפש בתרשים את ההבדלים בזווית הראיה היכולים לסייע למסתכל לאמוד את המרחקים בשונים.



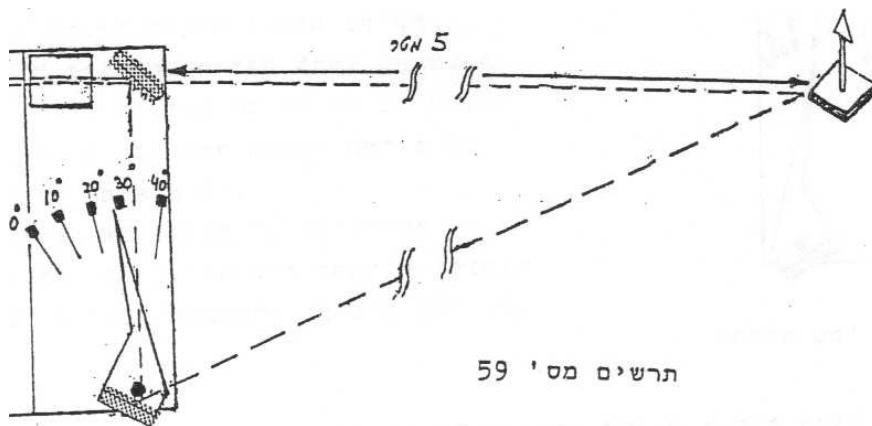
רשום מהו לדעתך הקשר שבין מרחק העצם לבין הזווית שבין שני קוי הראיה אל העצם:

גם במד הטווח מודדים את זווית הראיה שבין שני קוי הראיה לשם אומדן המרחק מן המצלמה אל העצם. במקום שתי העיניים משתמשים במד הטווח בשתי נקודות תצפית המרוחקות זו מזו כ-30 ס"מ. בתרשים מס' 58 מתואר מבנה מד הטווח ומהלך קוי הראיה ממנו אל העצם.



מד הטווח בנוי משתי מראות ומחוג. מראה א' היא מראה חצי שקופה שקבועה במקומה. מראה ב' היא מראה רגילה שיכולה להסתובב סביב צירה. מדידת המרחק לעצם נעשית כאשר תמונת העצם הנוצרת במראה ב' מתלכדת עם תמונת העצם כפי שרואה העין דרך מראה א'. את המראה ב' ניתן לסובב ולמדוד באמצעות מחוג את זווית הסיבוב שלה. בתרשים מס' 59 מראה המחוג זווית בת 30 מעלות והמרחק אל העצם 5 מ'.

איזה זווית יראה המחוג כאשר המרחק יהיה גדול מ-5 מ' (מחק את המיותר):
 גדולה מ-30 מעלות, קטנה מ-30 מעלות, 30 מעלות.
 כאשר מראה המחוג זווית של 20 מעלות, המרחק אל העצם יהיה: (מחק את המיותר)
 יותר מ-5 מ', פחות מ-5 מ', 5 מ'.



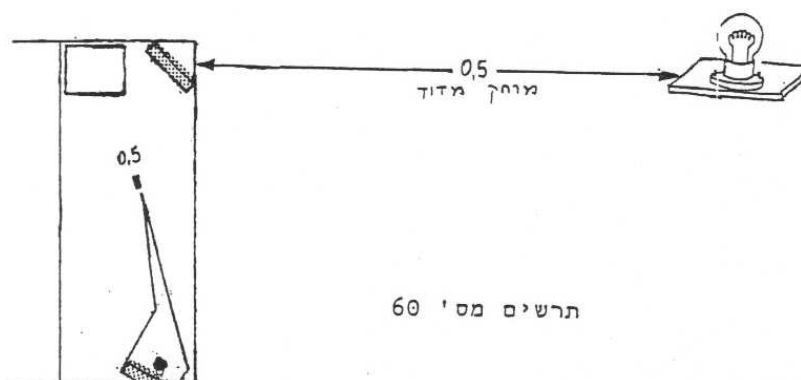
חשוב לזכור שלכל מרחק מתאימה זווית אחת בלבד במד הטווח. לכן אפשר להשתמש בו כמכשיר למדידת מרחקים. בניסוי הבא תלמד להשתמש במד הטווח ולמדוד באמצעותו מרחקים שונים.

ניסוי מס' 25 – "מד הטווח"

ציוד:

מד טווח
 חבל דק באורך 15 מ'
 נורה דולקת
 חבל מדידה

המורה ידליק על שולחנו נורת חשמל. הפנה את מד הטווח אל הנורה והתבונן בנורה דרך המראה השקופה א'. כעת סובב באיטיות את המראה ב' עד שתתקבל על פני המראה א' דמות נוספת של הנורה. המשך לסובב את המראה ב' עד אשר שתי הדמויות תתלכדנה. סמן על פני הנייר את מיקומו של קצה המחוג במצב זה. מדוד באמצעות חבל וסרגל את המרחק שבין מד הטווח אל הנורה הדולקת. רשום את המרחק שמדדת ליד הנקודה שסימנת בקצה החץ כפי שמראה תרשים מס' 60.



כיול מד הטווח:

כיול היא פעולה המכינה את מכשיר המדידה לבצע מדידות. בכל מכשיר מדידה נעשית פעולת כיול לפני שמתחילים לפצע באמצעותו מדידות. בפעולת הכיול של מד הטווח מתאימים לכל אחד ממצבי המחווג את המרחק המתאים לו. בסיומה של פעולת הכיול ירשם על פני מד הטווח לוח מספיר ושנתות לפי הדוגמה המתוארת בתרשים מס' 61.

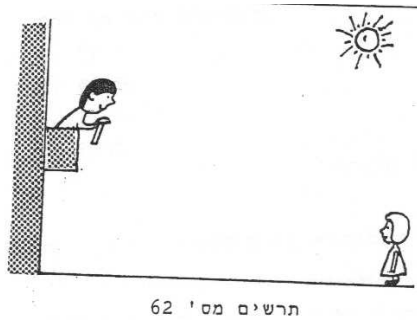


תרשים מס' 61

הערה: את פעולת הכיול מומלץ לבצע מחוץ לכיתה במקום פתוח. לאחר כיול המכשיר אפשר לאמוד באמצעותו מרחקים בטווח שבין חצי מטר ל-15 מטרים בקירוב. לשם כיול מד הטווח עליך לחזור מס' פעמים על פעולה דומה לפעולה שביצעת בחלק הראשון של ניסוי זה. מדוד באמצעות החבל מרחק של מטר אחד ממד הטווח והצב שם את מוט הסימון. התבונן דרך כוונת הראיה במוט וסובב באיטיות את המראה המסתובבת עד אשר שתי הדמויות של המוט תתלכדנה. במצב זה רשום בקצה המחווג את המספר 1 מ'. חזור על פעולה זו כשאתה מציב את המוט במרחקים של 0.5 מ' 2 מ' 3 מ' 5 מ' 8 מ' 10 מ' 1 מ' ו-1 מ'. לאח שסיימת לעשות זאת, הושלמה פעולת הכיול ואתה יכול למדוד או לאמוד במרחקים שונים באמצעות מד הטווח.

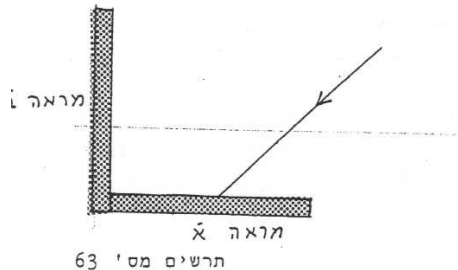
שאלות לסיכום ודיון בפרק כוונת הראיה ומד הטווח

1. הילד שבתרשים מס' 62 משתמש במראה כדי לאותת לחברתו באמצעו אור השמש. השלם בתרשים את מהלך האור בזמן שחברתו קולטת את האיתות.
א. כיצד הוא ידע שחברתו מבחינה באותות?



ב. מה תראה חברתו כאשר היא תקלוט את האיתות?
ג. כיצד הוא יכול להעביר סדרה של איתותים מהירים לחברתו?

2. השלם בתרשים מס' 63 את מהלך האור בין שתי המראות המתוארות בתרשים.

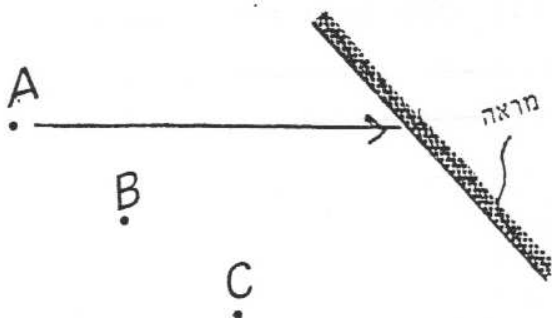


3. בתרשים מס' 64 מתוארות שתי תמונות. אחת התמונות בתרשים מתארת תצלום והאחרת מתארת תמונה המתקבלת במראה. במה שונות התמונות זו מזו?
איזה תמונה מתארת את תמונת המראה?



נמק את תשובתיך:

4. הבט בתרשים מס' 65. מהנקודה ה' יוצא האור לכל הכיוונים. אלומת אור אחת מכוונת אל המראה ופוגעת בה כפי שמראה התרשים. דרך איזה נקודה מהנקודות הבאות יעבור האור המוחזר?



5. בתרשים מס' 56 מתואר שעון כפי שמשתקף במראה. מהי השעה הנכונה. בחר את אחת התשובות:



תרשים מס' 56

- א. 2:35
- ב. 9:25
- ג. 8:35
- ד. 2:25

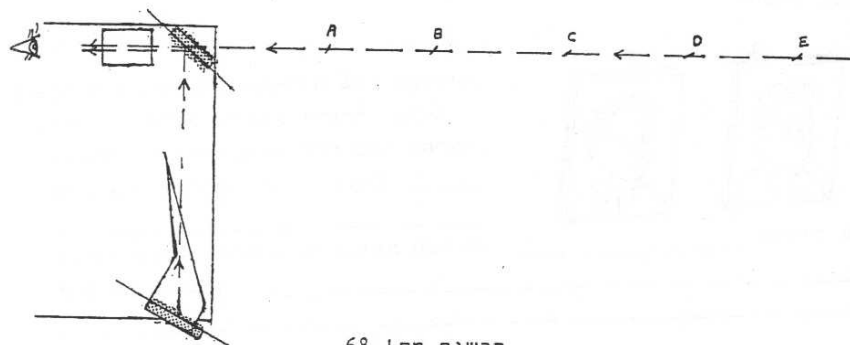
6. מדוע כותבים לעיתים על אמבולנס את שמו במהופך (ראה תרשים מס' 67).

מי יראה את השם כתוב כהלכה?

סליאא

תרשים מס' 67

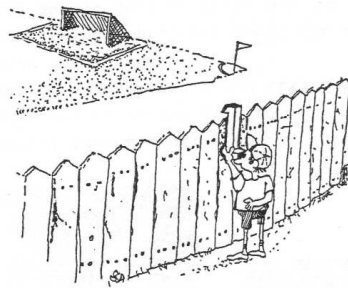
7. בתרשים מס' 68 מתואר מד טווח המודד במדויק את המרחק של אחת מהנקודות הבאות. השלם בתרשים את מהלך האור לנקודה ורשות מעל קצה המחוג שבתרשים את הנקודה.



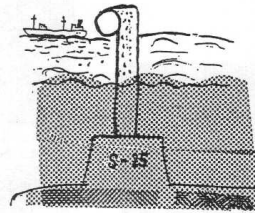
תרשים מס' 68

- ב. איזה נקודה תיכתב משמאל לנקודה שסימנת?
- ג. איזה נקודה תיכתב מימין לה?
- ד. באיזו דרך היית מציע לכייל את מד הטווח שבתרשים?

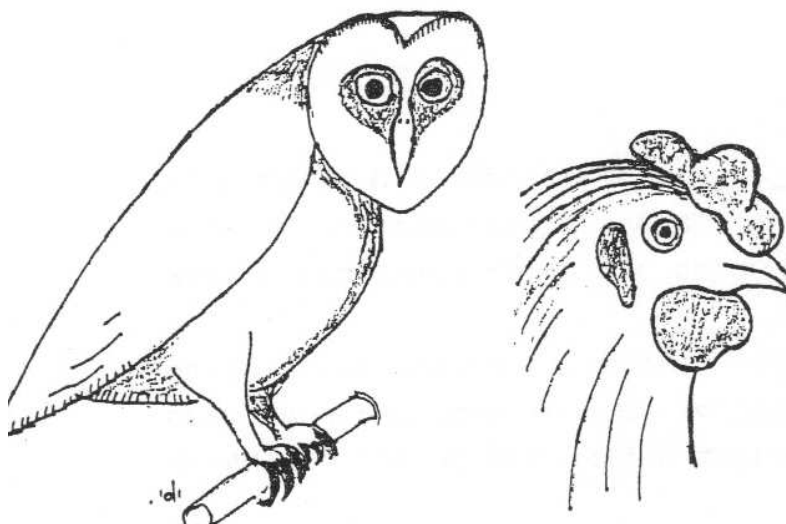
8. מה משותף לשני המכשירים המתוארים בתרשים מס' 69?



תרשים מס' 69

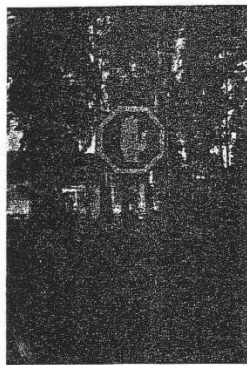


9. אצל העופות הדורסים נמצאות שתי העיניים בחלק הקידמי של הראש. אצל עופות אחרים נמצאות שתי העיניים משני צידי הראש. במה שונה ראייתם של הדורסים מהעופות האחרים כתוצאה מכך?



פרק ו' – הצמצם והתריס

בפרק קודם למדת כי תפקיד העדשה הוא לרכז את האור המגיע אל המצלמה כדי שתקבל בדרך זו תמונה חדה על סרט הצילום. בצילום אין דיי בכך שהתמונה תהיה חדה, ויש לדאוג לכך שכמות האור המגיעה אל סרט הצילום תהיה במידה הנכונה. לשם כך מותקנים בכל מצלמה צמצם ותריס שבאמצעותם אפשר לשנות את כמות האור המגיע אל סרט הצילום. התבונן בשלושת התמונות שלפניך (תרשים מס' 70).



ג



ב



א

תרשים מס' 70

- איזה תמונה היא החדה ביותר? _____
- איזה תמונה נחשפה לכמות אור מוגזמת? _____
- איזה תמונה נחשפה לכמות אור פחותה מהנדרש? _____

תמונה כדוגמת תמונה ב', התקבלה מחשיפה מדויקת של סרט הצילום לכמות האור המתאימה. בפרק זה תלמד על הצמצם והתריס המאפשרים למצלמה להשיג חשיפה מדויקת של סרט הצילום לאור.

כדי לקבוע את כמות האור המדויקת, משתמשים במצלמות המודרניות במד – אור. מד האור קולט את האור והופך את אנרגיית האור לאנרגיה חשמלית. הזרם החשמלי שנוצר כתוצאה מכך, נמדד במד זרם רגיש. ככול שעוצמת האור גדלה, גדלה עוצמת הזרם וגדלה סטיית המחוג של מד הזרם.

באיזה מכשיר שלמדת עליו בחוברת זו נתקלת בתופעה שאנרגיית אור הופכת לאנרגיה חשמלית?

כדי לבדוק כיצד פועל מד האור, תבצע את הניסוי הבא:

ניסוי מס' 26 – "פעולתו של מד האור"

ציוד:

תא פוטו-וולטאי

ספק נורה V3

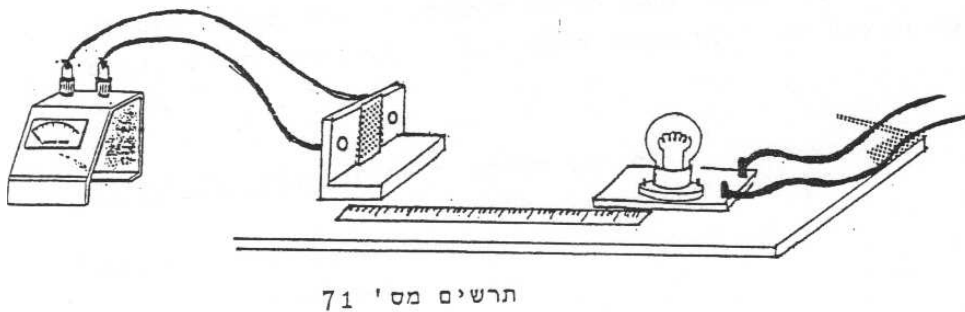
מד זרם רגיש $\mu 100$ A

לוחיות זכוכית

שני זוגות תיילים

סרגל מדידה

הערה: את הניסוי רצוי לבצע כאשר חדר הכיתה חשוך.



חבר את הנורה אל הספק והנח אותה כ-50 ס"מ לפני התא. חבר את התא אל מד הזרם כפי שמראה תרשים מס' 71. כיצד הגיב מד הזרם כאשר חיברת אליו את התא לפני שהדלקת את הנורה?

מה גרם לדעתך לתופעה זו?

הדלק את הנורה ורשום בטבלה את הוראות מד הזרם בכל אחד מהמרחקים הרשומים בה.

המרחק בס"מ מן הנורה	עוצמת הזרם
50	
40	
30	
20	
10	

כיצד משתנה עוצמת האור כאשר מקטינים את המרחק שבים התא לבין הנורה?

כיצד אתה יודע זאת?

מחק את המיותר במשפטים הבאים:

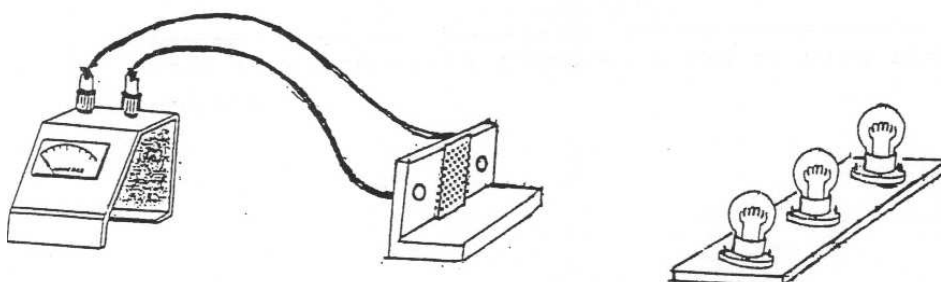
- א. עוצמת האור גדלה / קטנה כאשר המרחק ממקור האור גדל.
 ב. כאשר מקטינים את המרחק ממקור האור, עוצמת האור גדלה / קטנה.
 מדוע לדעתך לא ניתן לראות ממרחק רב אור של פנס כיס בלילה חשוך?

בניסוי הקודם בדקת את השפעת המרחק ממקור האור על עוצמת האור המגיעה ממנו. בניסוי הבא תבדוק את השפעת מקור האור על עוצמת האור המגיעה ממנו

ניסוי מס' 27 – "מד האור כמונה נורות"

ציוד:

- 3 נורות זהות
- לוח חיבורים
- 4 זוגות תילים
- תא פוטו-וולטאי
- מד זרם רגיש $100 \mu A$



הדלק את אחת הנורות והצב את מד האור במרחק ממנה כך שהוראת מד הזרם תהיה $20 \mu A$. ראה תרשים מס' 71. הדלק נורה אחת נוספת ורשום בטבלה את הוראת מד הזרם. חזור על כך כאשר אתה מדליק גם את הנורה השלישית.

מס' הנורות	עוצמת הזרם
1	
2	
3	

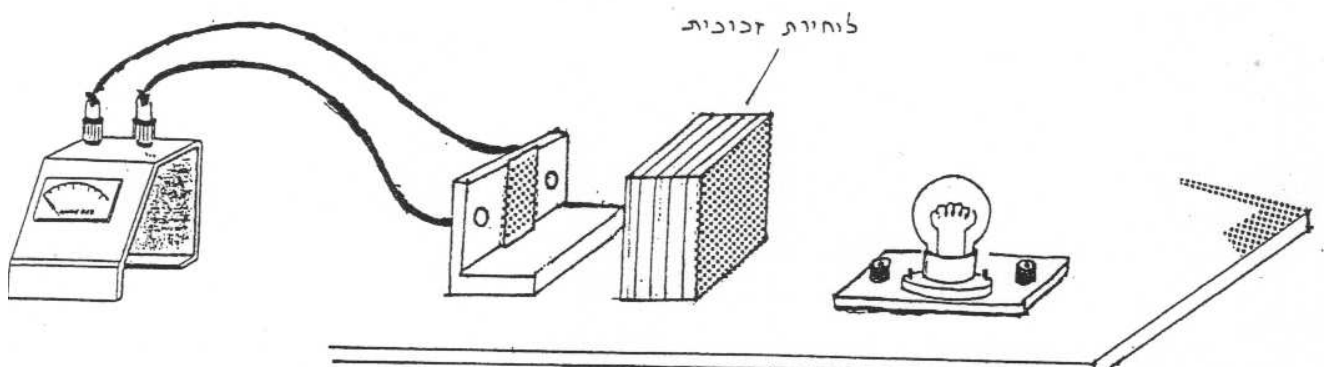
כיצד משתנה עוצמת האור כאשר מגדילים את מספר הנורות?

באילו תנאים יכול מד האור לשמש כמונה נורות?

בניסויים הקודמים בדקת את השפעת המרחק ומספר המקורות על עוצמת האור. בניסוי הבא תבדוק את השפעת גופים שקופים על עוצמת האור העובר דרכם. לביצוע הניסוי נשתמש בזכוכית ובפרספקס כחומרים שדרכם האור יעבור.

ניסוי מס' 28 – "השפעת גופים שקופים על עוצמת האור"

לביצוע הניסוי נשתמש במערך הניסוי הקודם ונוסיף מספר לוחיות זכוכית בעלות אופי אחיד וכמה גופי פרספקס. הדלק שתי נורות וקבע את המרחק של התא מן הנורות כך שהוראת מד הזרם יהיה $40 \mu A$. הנח לוחית אחת של זכוכית לפני התא כך שהאור המגיע אל התא יעבור דרך הזכוכית. רשום בטבלה את ערכו המתאים של הזרם. חזור על הניסוי כאשר אתה מוסיף בכל פעם לוחית אחד של זכוכית. רשום את התוצאות בטבלה.



מס' לוחיות הזכוכית	עוצמת הזרם
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

כיצד משתנה עוצמת האור עובי שכבת הזכוכית גדל?

כיצד מסבירה תופעה זו את העובדה שבעומק רב מתחת לפני הים שוררת חשכה מוחלטת?

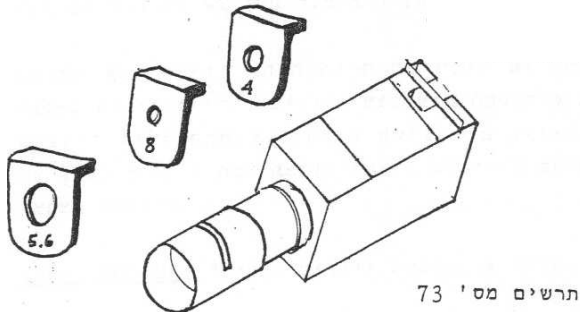
האן יתכן שגם שכבת זכוכית "שקופה" תמנע את מעבר האור דרכה? באילו תנאים?

בהמשך הניסוי מוטלת עליך המשימה לבדוק אילו מבין שני החומרים זכוכית או פרספקס מחלישים פחות את עוצמת האור העובר דרכם. תכנן את הניסוי ורשום בקצרה כיצד אתה מתכוון לבדוק זאת.

בצע את הניסוי כפי שתכננת ורשום את מסקנותיך:

ניסוי מס' 29 – "ויסות כמות האור העוברת בפתח המצלמה"

ציוד:



דגם המצלמה + עדשה
שלושה צמצמים שונים (4, 5.6, 8)
מקור אור חזק (נר או נורה)

הכנס את הצמצם (8), בעל הפתח הקטן ביותר אל המצלמה והתבונן בתמונת מקור האור הנוצרת על פני מסך המצלמה. ראה תרשים מס' 73. האם התמונה חדה? _____ האם התמונה בהירה? _____. חזור על הניסוי כאשר אתה מגדיל בכל פעם את גודל הצמצם. כיצד משתנה חדות שתמונה ככל שפתח הצמצם גדל?

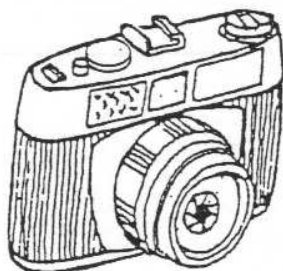
כיצד משתנה כמות האור ככל שפתח הצמצם גדל?

מהו היתרון בצילום דרך פתח צמצם קטן?

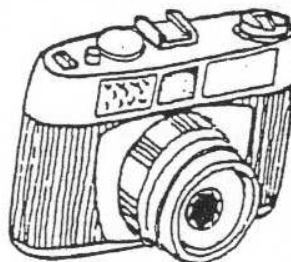
מהו החיסרון בכך?

ויסות כמות האור החודרת אל תוך המצלמה נעשית ע"י הגדלה או הקטנה של פתח המצלמה. המנגנון המכני המאפשר לבצע זאת נקרא בשם "צמצם".

הצמצם ממוקם בתוך המצלמה ובנוי משמונה עלים המאפשרים להגדיל או להקטין את פתח המצלמה ע"י סיבוב טבעת הצמיגים. ראה תרשים מס' 74.



צמצם סגור



צמצם פתוח

מהו לדעתך מקור השם צמצם?

על טבעת הצמצמים מופיעה שורה של מספרים הנקראים מספרי צמצם. בדרך כלל מ-1.4 עד 22.

המספר 1.4 מציין את הפתיחה המרבית של פתח הצמצם והמספר 22 את הצמצם הסגור ביותר. ביניהם מופיעים המספרים – 11, 8, 5.6, 4, 2.8, 2. שינויי גודל הצמצם גורמים לשינויים בעוצמת האור המגיע אל סרט הצילום. בניסוי הבא תבתוק לאילו שינויים בעוצמת האור מתוכננים פתחי הצמצם השונים.

ניסוי מס' 30 – "השפעת שינויי הצמצם על עוצמת האור"

ציוד:

דגם המצלמה
מד אור – כולל מד זרם רגיש
פנס
ספק
תיילי חיבור
4 צמצמים (4, 5.6, 8, 16)

הכנס את מד האור לתוך המצלמה וחבר אליו את מד הזרם. הדלק את הפנס וקבע אותו מול פתח המצלמה כך שסטיית מד הזרם תהיה מלאה. הכנס את הצמצם (4) למקום המתאים, ורשום בטבלה את הוראת מד הזרם. חזור על הניסוי שאתה משתמש בצמצמים הראשונים בטבלה. סדר הופעת מספרי הצמצמים בטבלה הוא בדיוק כסדר הופעתם על פני טבעת הצמצמים שבכל מצלמה.

מספר הצמצם	עוצמת הזרם
4	
5.6	
8	
16	

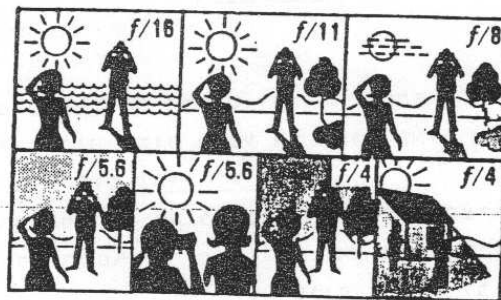
בהסתמך על התוצאות בטבלה, ענה על השאלות הבאות:
פי כמה בקרוב פחתה עוצמת הזרם כאשר השתנה פתח הצמצם מ-5.6 ל-8?

פי כמה פחתה עוצמת האור כתוצאה מכך? _____
 נמק מדוע אתה סבור כך:

איזה שינוי בכמות האור החוזרת למצלמה נגרם כאשר משנים את פתח הצמצם מ-16 ל-8?

השלם במקומות המתאימים את מסכנות הניסוי:
 כאשר משנים את מספר הצמצם למספר גדול יותר הנמצא לידו, כמות האור _____
 כאשר משנים את מספר הצמצם למספר קטן יותר הנמצא לידו, כמות האור _____

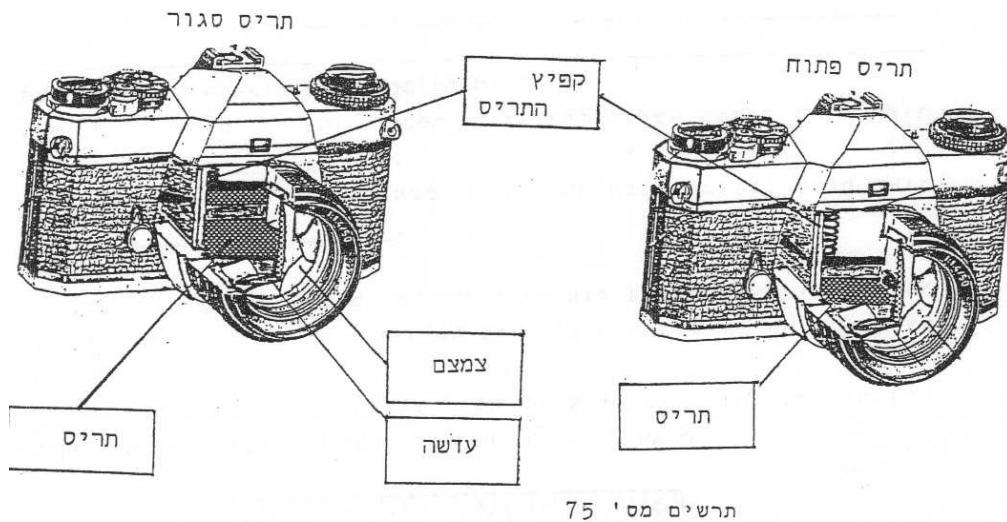
קיימים סרטי צילום שונים הנבדלים זה מזה ברגישותם לאור. כלומר הסרטים נבדלים בכמות האור הדרושה כדי ליצור באמצעותם תמונה בהירה וברורה. על גבי אריזת סרט הצילום מצוינת רגישותו ביחידות הקרויות דין או אסא. לעיתים מצורפת גם הטבלה הבאה:



אם תשתמש בסרט הצילום לפי נתוני הטבלה, באיזה מספרי צמצם תבחר ביום מעונן?

לעיתים כמות האור החודרת למצלמה אינה מספיקה, אפילו כאשר פתח הצמצם הוא הגדול ביותר. במקרה זה עדיין ניתן לקבל את כמות האור הדרושה, וזאת ע"י חשיפת הסרט לאור במשך זמן ארוך יותר.

החלק במצלמה המאפשר את חשיפת הסרט לזמנים שונים נקראה בשם תריס. ראה תרשים מס' 75.



הלחיצה על כפתור הצילום פותחת את התריס ומאפשרת חדירת האור אל סרט הצילום. משך הזמן שהתריס יהיה פתוח קובע את כמות האור שתעבור דרכו. משך הזמן שהתריס פתוח נקרא בשם זמן החשיפה. בנוסף למספר הצמצם, שורת מספרים הרשומה בפתח המצלמה מציינת את משך זמן החשיפה של הסרט לאור. המספרים מציינים את זמני החשיפה בחלקי שנייה (חצי של שנייה, רבע של שנייה, אחד חלקי עשר של שנייה ואחד חלקי חמש עשרה וכו'). רשום בטבלה המצורפת באיזה זמן החשיפה הינו הארוך ביותר ובאיזה מקרה הוא הקצר ביותר.

1/15	1/30	1/60	1/125	1/250	1/500	זמן פתיחת התריס בשניות

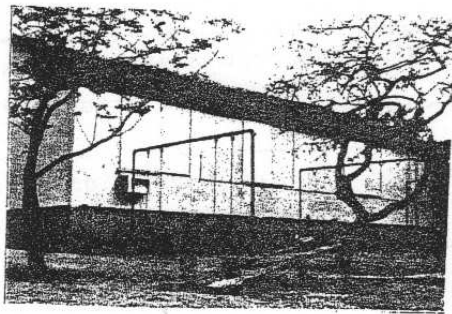
פי כמה גדל זמן החשיפה במעבר מאחד חלקי שלושים לאחד חלקי חמש עשרה של שנייה?

באיזה מצב צריך להיות התריס עד לרגע הצילום? _____

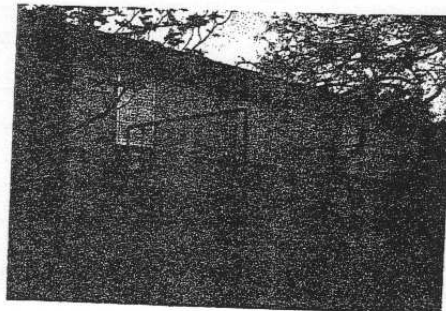
במצלמה שבה אין אפשרות לשנות את גודל הצמצם, נבחר זמן החשיפה לאחד חלקי 125 שנייה בשעות היום. כיצד יש לשנות את זמן החשיפה בשעות הערב כדי לצלם בתנאי האור החדשים?

הסבם מדוע:

בתרשים מס' 76 מופיעים שני צילומים עם ציון זמני החשיפה שלהם. פתח הצמצם קבוע בשניהם (5.6). הסבר במה שינוי זמן החשיפה שיפר את איכות התמונה:

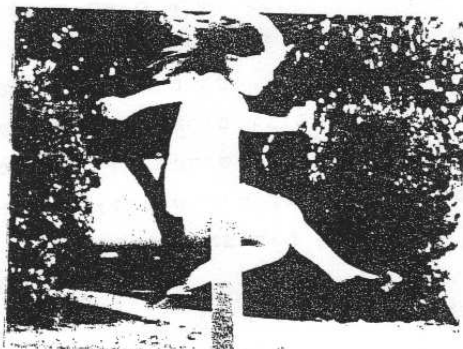


זמן חשיפה 1/125

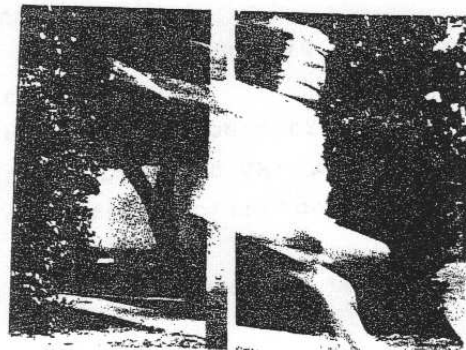


זמן חשיפה 1/500 תרשים מס' 76

בתרשים מס' 77 מופיעות שתי תמונות שבהן אפשר לראות כי לזמן החשיפה תפקיד חשוב נוסף.



זמן חשיפה 1/500



זמן חשיפה 1/125

תרשים מס' 77

מהו ההבדל בין התמונות? _____
באיזה תמונה היה זמן החשיפה קצר יותר? _____
מה לדעתך גרם להבדל זה? _____

בזמני חשיפה קצרים מאוד משתמשים כאשר אנו נמצאים בתנועה או מצלמים עצם בתנועה.
הסבר מדוע: _____

צלם יושב ברכבת נוסעת וברצונו לצלם את הנוף הנשקף מבעד לחלון. האם עליו להשתמש בזמן
תריס ארוך או קצר? _____ . מדוע? _____

מדוע מבקש הצלם מאנשים אותם הוא מצלם שלא יזוזו ממקומם? _____

כאשר מצלמים באמצעות טלסקופ כוכבים רחוקים, זמן החשיפה נמדד בשעות. מהי לדעתך
הסיבה לכך? _____

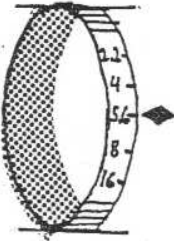
במרבית המצלמות המשוכללות נקבעים נתוני החשיפה באופן אוטומטי ע"י מדידת כמות האור
המגיעה לסרט הצילום ובדיקת רגישות הסרט. צילום אוטומטי מונע מהצלם את הצורך לקבוע
באופן ידני את נתוני הצילום, ומאפשר לו להתמקד בנושא הצילום בלבד.

סיכום: כדי לקבל בצילום תמונה חדה ובהירה, חשיפת סרט הצילום לאור חייב להיות מותאמת
במדויק לתנאי הצילום ורגישות הסרט. את כמות האור אפשר לכוון באמצעות הצמצם ע"י שינוי
גודל פתח המצלמה או באמצעות התריס ע"י שינוי זמן החשיפה. כאשר פתח הצמצם קטן,
התמונה יותר חדה מאשר בפתח צמצם גדול. כאשר מהירות התריס גבוהה ניתן לצלם גופים
בתנועה. כאשר מהירות התריס נמוכה, גופים בתנועה יראו מטושטשים בצילום. קיימים סוגים
שונים של סירטי צילום הנבדלים ברגישותם לאור. רגישותו של סרט הצילום רשומה על פניו
במספרים שכיניהם אסא או דין. ככל שמספר האסא גדול יותר, רגישותו של הסרט לאור רבה
יותר.

שאלות לסיכום ולדין בפרק הצמצם והתריס

1. בטבלה רשומים מספרי צמצמים שונים. השלם את הנתונים החסרים בטבלה:

מספרי הצמצמים	בטבלה:		
	1.4	5.6	8
כמות האור שתגיע לסרט הצילום (גדולה, קטנה, בינונית)			
חדות התמונה (גבוהה, בינונית, נמוכה)			
מתאים לצילום בתנאי חשיכה (כן, לא)			
מתאים לצילום בתנאי אור חזק (כן, לא)			

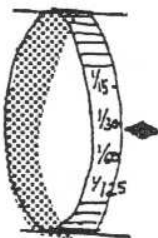


2. פי כמה בקרוב תשתנה עוצמת האור כאשר ישנו את צמצם המצלמה שבתרשים מספר 78 מ-5.6 ל-8?

3. בטבלה רשומים נתוני מהירויות התריס. השלם את הנתונים החסרים:

מהירות התריס	1/30 שניה	1/125 שניה
זמן החשיפה (ארוד, קצר)		
כמות האור שתגיע לסרט הצילום (גדולה, קטנה)		
תמונת עצם בתנועה (חדה, מטושטשת)		
מתאים לצילום בשעת נסיעה (כן, לא)		

4. פי כמה תשתנה מהירות התריס כאשר יעבירו את טבעת המהירויות שבתרשים מס' 79 מ-1 חלקי שלושים ל-1 חלקי שישים?



5. צלם מצלם ילד עומד בזמן חשיפה 1 חלקי 60 ומצמצם 8. הוא רוצה כעת לצלם את הילד רץ. אם הוא משנה את זמן החשיפה ל-1 חלקי 125 שנייה, כיצד עליו לכוון את הצמצם כדי שכמות האור המגיעה לסרט תהיה שווה לכמות האור שבצילום הקודם? _____ הסבר את תשובתך:

6. מבדיקת נתוני צילום עולה שניתן לצלם בצמצם 16 או בצלם 8. באיזה צמצם תבחר לבצע את הצילום? _____ . נמק את בחירתך:

סיכום

בחוברת זו למדת

המצלמה והעין הם אמצעים לקליטת תמונות. אור שנקלט במצלמה יוצר תמונה על גבי סרט צילום הרגיש לאור. אור שנקלט בעין יוצר תמונה על הרישתית. עצב הראיה מתרגם גם את התמונה לאור חשמלי הנמסר למוח.

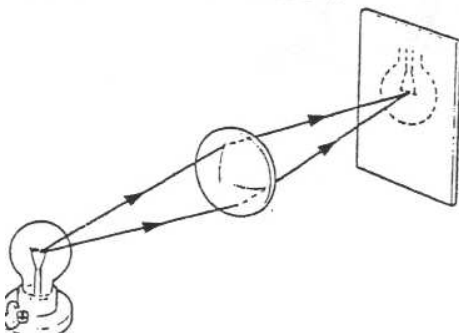
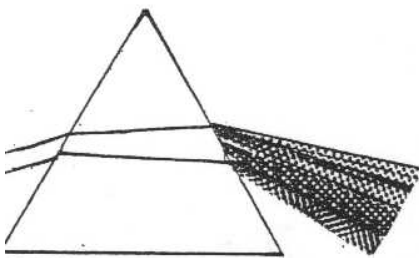
האור מתפשט לכל הכיוונים לאורך קווים ישרים. כאשר עוקבים לאחר אלומות אור צרות המתקדמות לאורך קווין ישים אפשר להסביר את היווצרות הדמויות במצלמה ובעין ואת היווצרות הצללים.

האור הלבן מורכב מ-7 צבעי יסוד. ציבעו של גוף נקבע על פי תכונתו להחזיר רק חלק ממרכיבי צבע האור שפג בו.

גופים שמיצרים אור נקראים בשם מקורות אור. גופים שאינם מקורות אור ונראים לעין הם גופים המחזירים את האור הפוגע בהם.

מראות הן גופים המחזירים בצורה מסודרת את מרבית האור הפוגע בהן. במצלמה מותקנות המראות בכוונת הראיה ובמד הטווח. תפקיד כוונת הראיה במצלמה הוא לבדוק את נושא הצילום בזמן הצילום. תפקידו של מד הטווח הוא לאמוד את המרחק אל העצם המצולם.

אור משנה את כיוונו כאשר הוא עובר מטווח שקוף אחד לטווח שקוף אחר. לתופעה זאת קוראים בשם שבירה. בכל מצלמה מודרנית מותקנת עדשה המצלת את שבירת האור ליצירת דמויות חדות על גבי סרט הצילום.



לכל עדשה מרכזת ישנה נקודת מוקד עליה מתרכז כל האור העובר דרך העדשה ומגיע אליה ממרחק רב.

מיקוד המצלמה נעשה ע"י הזזת העדשה קדימה ואחורה בתוך גוף המצלמה.

בכל מצלמה מותקנים צמצם ותריס שתפקידם לווסת את כמות האור החודרת אל המצלמה ומגיע אל סרט הצילום. הצמצם מווסת את גודל פתח כניסת האור למצלמה. התריס קובע את זמן החשיפה של סרט הצילום לאור.

בעין משמש האישון בתפקיד הצמצם, העפעפיים כתריס והרישתית כסרט הצילום.

