



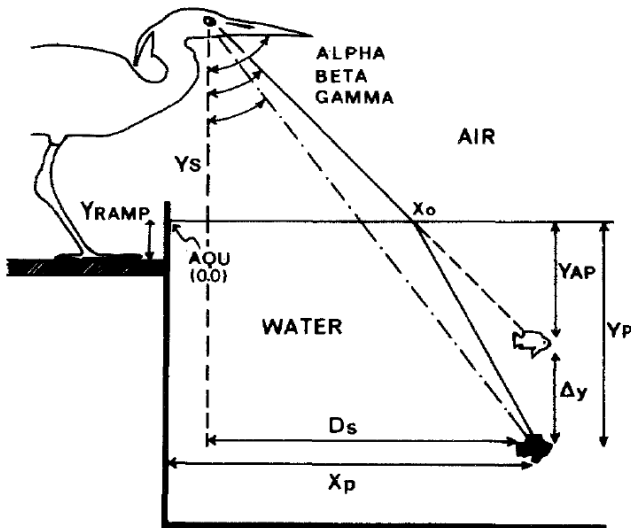
# דפי פעילות לתלמידים

## אופטיקה אקולוגית

© פיזיקטבע

### תוכן עניינים

- 2.....1 מקדמי העברה והחזרה רמה
- 4.....2 מקדמי העברה והחזרה רמה
- 6.....3 מקדמי העברה והחזרה רמה
- 8.....פעילות עומק מדומה
- 13.....פעילות סיגול העדשה



מימין: אנפה אפורה בציד דגים בשמורת עינות צוקים, מצלמת שביל. משמאל- איור מתוך מאמר של פרופ' קציר ושותפיו



# מקדמי העברה והחזרה רמה 1

## דף פעילות לתלמידים

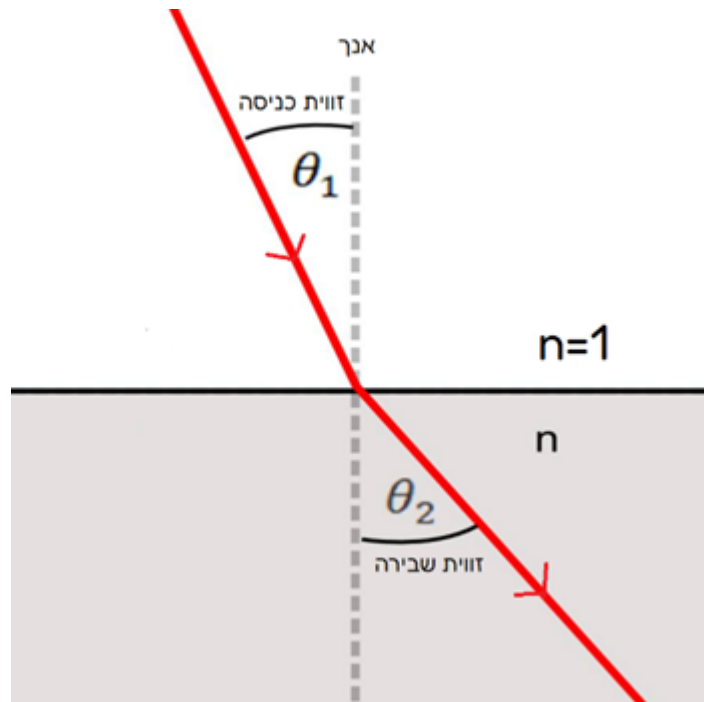
### © פיזיקטבע

**תצפית איכותית (=לא כמותית) ההעברה והחזרה כתלות בזווית הפגיעה של האור.**

ניסוי מעבר אור מאוויר למים- חקירת עוצמת האור המוחזר.

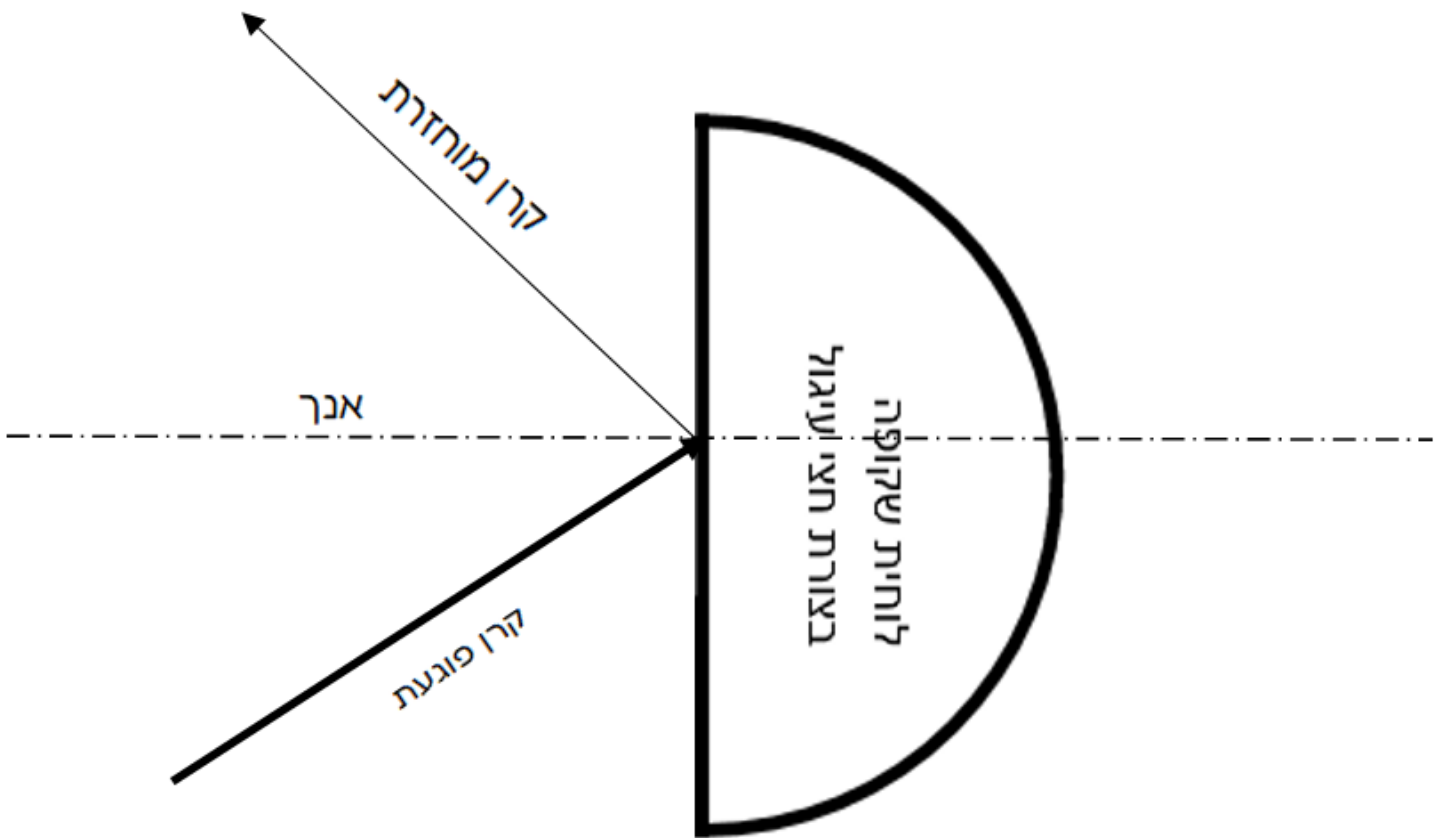
ניתן לעשות את הפעילות במעבדה (ציוד נדרש: מקור אור קווי, ולוחית פרספקס) או ע"י סימולציה של [phet: Bending Light](https://phet.colorado.edu/en/simulations/selection?simulations_selected[]=Bending%20Light).

הגדרת מושגים:



### הוראות לתלמידים:

1. הציבו את הלוחית כך שהקרן הפוגעת תפגע בחלק הישר של הלוחית בכמתואר באיור:



2. סמנו באיור את זווית הכניסה של האור ואת זווית ההחזרה.

שנו את זווית הכניסה של קרן האור הפוגעת. בדקו מה קורה לעוצמת הקרן המוחזרת כתלות בזווית הכניסה של הקרן הפוגעת.

נסחו מסקנה:

---

---

---

---

---



# מקדמי העברה והחזרה רמה 2

## דף פעילות לתלמידים

### © פיזיקטבע

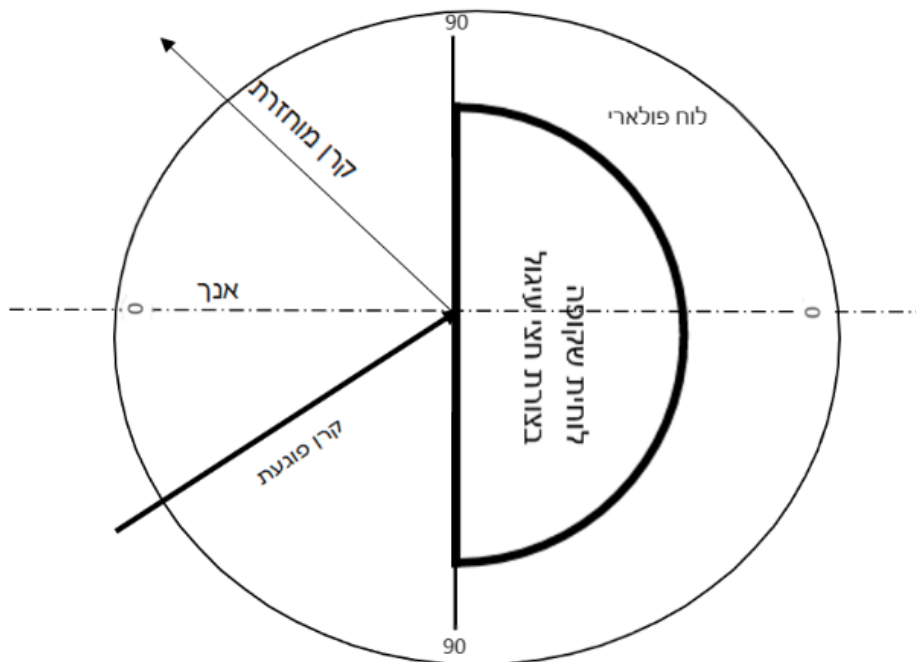
**ניסוי כמותי: בדיקת מקדמי ההעברה והחזרה כתלות בזווית הפגיעה (=זווית ההחזרה) של האור.**

במעבדה: ציוד נדרש: מד אור, לוח שנתות פולרי, מקור אור קווי, לוחית פרספקס (כמו חוק סנל בתוספת מד אור)

ניתן גם לעשות [בהדמיה של Phet](#).

מדדו את עוצמת הקרן המוחזרת כתלות בזווית הכניסה של הקרן הפוגעת. אם אתם מודדים עם מד אור אז חשבו את עוצמת האור של הקרן המוחזרת ביחס לעוצמת הקרן הפוגעת.

1. הציבו את המערכת כך שהאנך נמצא על קו זווית 0. סמנו בשרטוט את זווית הפגיעה וההחזרה. (מה הקשר ביניהן?)







# מקדמי העברה והחזרה רמה 3

## דף פעילות לתלמידים

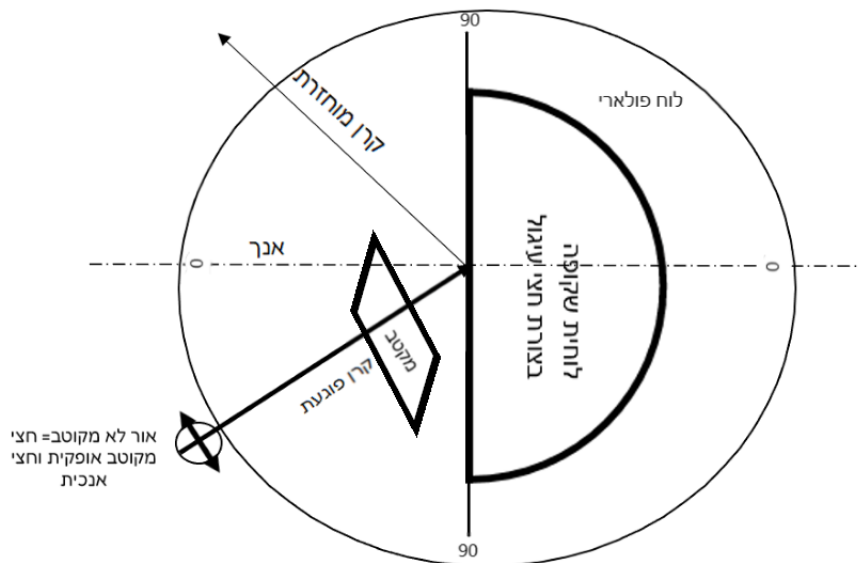
### © פיזיקטבע

**ניסוי כמותי: בדיקת מקדמי ההעברה והחזרה כתלות בזווית הפגיעה (=זווית ההחזרה) של האור עבור אור מקוטב.**

במעבדה: ציוד נדרש: מד אור, לוח שנתות פולרי, מקור אור קווי, לוחית שקופה, מקטב לינארי

מדדו את עוצמת הקרן המוחזרת כתלות בזווית הכניסה של הקרן הפוגעת עבור קרן פוגעת מקוטבת לינארית ב-שני קיטובים שונים: קיטוב אופקי (מקביל לשולחן) וקיטוב מאונך (מאונך לשולחן). מדדו את עוצמת האור של הקרן המוחזרת ביחס לעוצמת הקרן הפוגעת המקוטבת (הקרן הפוגעת לאחר סינון המקטב).

1. הציבו את המערכת כך שהאנך נמצא על קו זווית 0. סמנו בשרטוט את זווית הפגיעה וההחזרה. (מה הקשר ביניהן?). הציבו בדרך של הקרן הפוגעת מקטב לינארי. בחלק הראשון הניחו את המקטב כך שהקיטוב אופקי ובחלק השני קיטוב אנכי





2. כתבו כותרות לטבלה בהתאם לניסוי שאתם מבצעים. המשתנה הבלתי תלוי בעמודה הימנית והמשתנה התלוי בעמודה השמאלית.
3. בצעו כ-10 מדידות ומלאו את התוצאות בטבלה:

↑↓ קיטוב אנכי


↔ קיטוב אופקי


4. שרטטו בגליון אלקטרוני תרשים פיזור של התוצאות. הוסיפו כותרות מתאימות לתרשים ולצירים.
5. דונו בתוצאות שיקבלתם עבור כל חלק (כל קיטוב). הסבירו: מהי התלות של עוצמת ההשתקפות כתלות בזווית הקרן הפוגעת (שהיא גם זווית ההחזרה של הקרן המוחזרת)?
6. דונו בהבדלים ובדמיון בין עוצמת ההחזרות כתלות בזווית עבור הקיטובים השונים.
7. הציעו- כיצד בעל חיים או האדם יכולים לנצל את ההבדלים בהחזרות בין הקיטובים על מנת לראות טוב יותר מה יש בתוך המים?



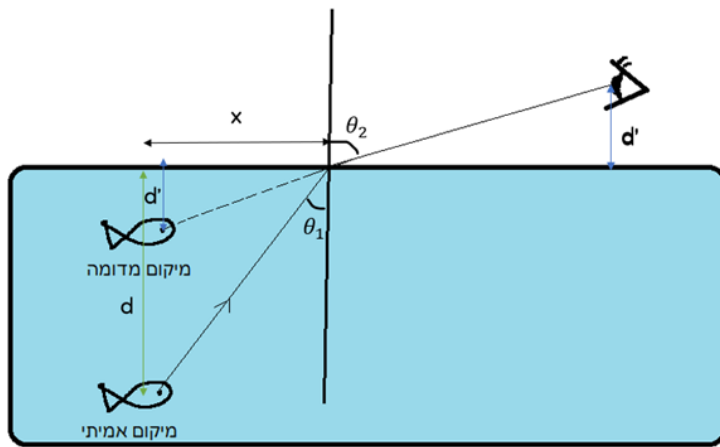
# פעילות עומק מדומה

## עומק מדומה כתלות במקדם השבירה

### © פיזיקטבע

האור מטרף תת מימי יוצא מהמים, נשבר וממשיך לעיני הטורף. לכן הטרף נראה בעומק מדומה. במשימה זו תפתחו באמצעות הדרכה ביטוי לעומק המדומה של הטרף כתלות בזווית השבירה, אותה יכול הצופה למדוד. הפיתוח נעשה על ידי חוק פיזיקלי- חוק סנל בצירוף לחוקים מתמטיים- טריגונומטריה.

א. תארו במילים את הגדלים השונים המסומנים באיור:



ב. כתבו את חוק סנל עבור קרן אור היוצאת מהמים, שמקדם השבירה שלהם הוא  $n=1.33$  לאוויר שמקדם השבירה שלו הוא 1.

ג. כתבו ביטוי טריגונומטרי עבור  $\tan\theta_1, \tan\theta_2$ . ואז כתבו ביטוי ליחס ביניהם.

ד. בודדו את 'd' מהביטוי שהגעתם אליו בסעיף הקודם

ה. החליפו את  $\tan\theta$  בשתי הזוויות ע"י הזהות הטריגונומטרית: וסדרו את הביטוי כך שתגיעו לביטוי:

$$d' = d \frac{\sin\theta_1 \cos\theta_2}{\sin\theta_2 \cos\theta_1}$$





ו. השתמשו בחוק סנל מסעיף ב על מנת להגיע לביטוי:

$$d' = \frac{d \cos\theta_2}{n \cos\theta_1}$$

ז. השתמשו שוב בחוק סנל ובזהות הטריגונומטרית  $\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta}$  על מנת שהביטוי יהיה תלוי רק בזווית השבירה  $\theta_2$ .

ח. סדרו את הביטוי שלכם. וודאו שהגעתם לביטוי:

$$d' = \frac{d \cos\theta_2}{\sqrt{n^2 - \sin^2\theta_2}}$$

כעת ננתח את הביטוי:

ט. ציירו את הפונקציה שקיבלתם, העומק המדומה כתלות בזווית השבירה, בסעיף 6 ע"י [desmos](https://www.desmos.com), גיאוגברה או בדרך אחרת שנוחה לכם.

י. הסבירו למה יש להתבונן רק בטווח זווית בין 0 ל-90 מעלות (1.57 רדיאנים)? הגרף שלכם צריך להיות דומה לזה:



יא. עבור עומק 1, מה יהיה העומק המדומה עבור זווית שבירה 0? (הצופה מתבונן ישר מעל העצם)?

יב. מה תלות העומק המדומה בעומק האמיתי בזווית 0? הציבו זווית 0 בביטוי של העומק המדומה.

יג. מה קורה לגודל המדומה ככל שהזווית גדלה?

יד. מה קורה לקצב השינוי של העומק המדומה (השיפוע של הגרף) כתלות בזווית? הסבירו את המשמעות

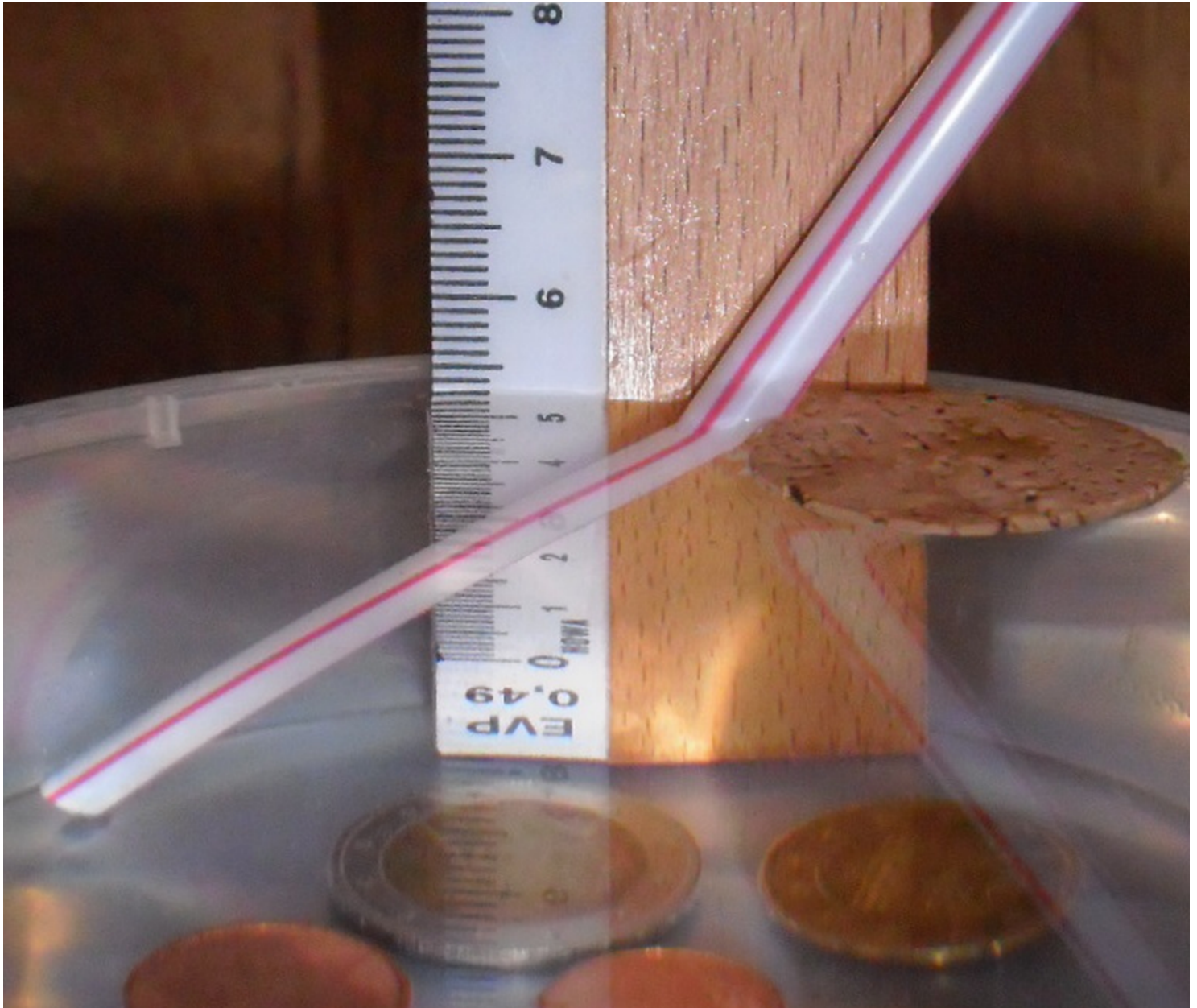
טו. בדקו את העומק המדומה עבור זוויות שונות:



זווית שבירה (רדיאנים)	זווית שבירה (מעלות)	יחס עומק מדומה/ עומק אמיתי
0.2		0.75
0.4		
0.6		
0.8		
1.0		
1.2		
1.4		
1.6		0.00

בהמשך השיעור נבצע ניסוי הבודק את מקדמי ההעברה וההחזרה של אור ממים לאוויר ונגלה שככל שזווית הכניסה גדולה יותר (ולכן גם זווית השבירה) כך פחות אור עובר ממים לאוויר. כך שבזוויות מאוד גדולות מהאנך האובייקט התת מימי נראה גם רדוד מאוד אבל גם בקושי נראה.

טז. התבוננו בתמונה והסבירו כיצד ייתכן כי אורך של ס"מ במים העמוקים יותר נראה ארוך יותר מאורך של ס"מ במים הרדודים יותר.



ז. מדדו את האורך המדומה של האורך בין 4 ל-5 ס"מ ובין 10 ל-1 ס"מ ומדדו את היחס ביניהם לבין האורך האמיתי של ס"מ אחד שאותו תוכלו למדוד באמצעות הסרגל הנמצא בתמונה מחוץ למים (בין 6 ל-7 ס"מ). תוכלו לעשות זאת גם ע"י מדידה על גבי צג המחשב.

ח. עבור 45 מעלות ועומק של 0.5 מטר מה יהיה העומק המדומה?

ט. חשב את היחס בין העומק האמיתי לעומק המדומה עבור זווית שבירה (זווית ראייה) עבור 80 מעלות ועבור 30 מעלות.



כ. עבור זווית של 80 מעלות ועומק מדומה של 1 ס"מ מה העומק האמיתי? וגם עבור 30 מעלות ועומק של 5 ס"מ?  
כא. הכן הדרכה לצייד שצד עם רומח דגים במים. הדרך את הצייד כיצד לכוון על מנת לפגוע באמת בדג.



# פעילות סיגול העדשה

## דף פעילות לתלמידים

### © פיזיקטבע

1. קרבו את האצבע שלכם אל העין ובדקו מה המרחק המינימלי שאתם יכולים לראות בצורה ממוקדת. מדדו את המרחק של האצבע מהעין: \_\_\_\_\_ ס"מ.

במרחק זה עוצמת העדשה של העין שלכם היא מקסימלית.

2. החליפו את מיקוד המבט בין האצבע הקרובה לעין לבן הנוף המרוחק. מה שאתם חשים הוא שינוי העקמומיות של העדשה ע"י השרירים העוטפים אותה.

הדמיה של phet:

[https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics\\_all.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html)

בחרו ב-lens

בחרו בעדשה גדולה, מקדם שבירה 1.35. בחרו ב-2 מקורות אור. הציבו מקור אור אחד קרוב לעדשה ואחד רחוק. בחרו לראות הרבה קרניים.

1. שנו את עקמומיות העדשה כך שמקור האור הקרוב יהיה ממוקד על המסך. על האור להגיע לנקודה אחת בלבד על המסך על מנת שייחשב ממוקד. הזיזו את המסך במקרה הצורך.

כתבו את רדיוס העקמומיות: \_\_\_\_\_

2. כעת ללא הזזה של המסך, שנו את עקמומיות העדשה על מנת למקד את מקור האור הרחוק על המסך.

כתבו את רדיוס העקמומיות: \_\_\_\_\_

בעין האנושית כאשר השרירים במצב רפוי המיקוד הוא לרחוק. כלומר במצב רפוי רדיוס העקמומיות גדול ועל מנת להתפקס קרוב יותר עלינו להקטין את הרדיוס הזה.

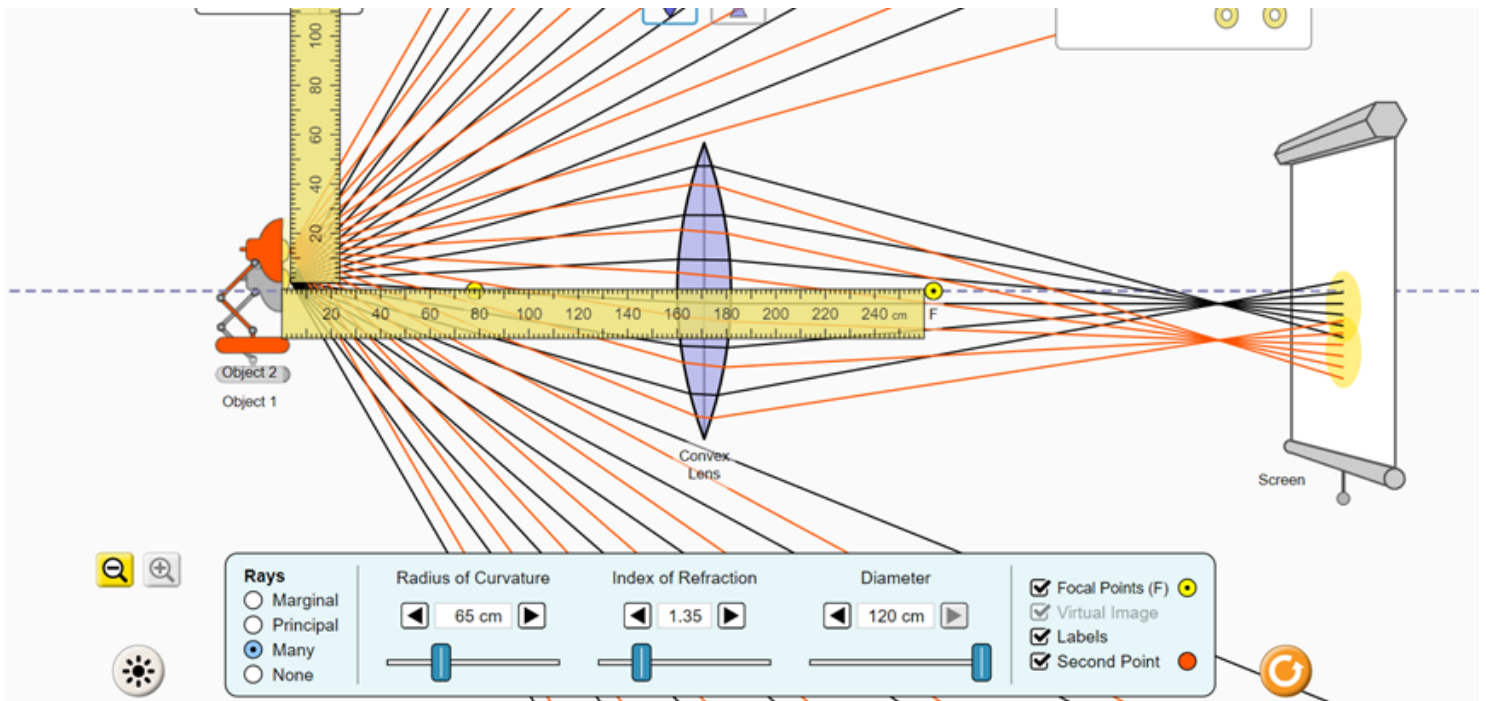
כאשר העין נמצאת במים, על העדשה להיות חזקה יותר על מנת לפקס טוב יותר כי הקרנית כבר לא מתפקדת. לכן שרירי עדשה חזקים יותר ועדשה גמישה יותר מאפשרים ראייה טובה יותר במים (ובאוויר ראייה ליותר מקרוב). השרירים האלו מושכים שיערות שמחוברות לעדשה ומשנות את צורתה.

**צמצום האישון לחידוד ראייה:**

למי מכם שיש משקפיים אתם בוודאי התנסתם כאשר שכחתם את המשקפיים להציץ דרך חור קטן שאתם יוצרים באצבעות ופתאום ראייתם מתחדדת. איך זה מתרחש?

ילדי המוקן מקטינים את האישון שלהם במים (המוח לומד כנראה לעשות זאת במהלך האימונים) וכך הם רואים טוב יותר במים. למה הקטנת האישון מגבירה את חדות הראייה?

1. הניחו את שתי מקורות האור במרחק של 170 ס"מ מציר העדשה ובמרחק אנכי של כ-12 ס"מ.



2. תארו מה רואים על המסך והסבירו למה במצב זה התמונה אינה חדה.

3. הקטנת האישון היא כמו הקטנת הקוטר של העדשה. הקטנת האישון גורמת לכך שפחות קרניים יתמקדו על המסך/רשתית. הקטינו את רדיוס העדשה ותארו מה קורה. צלמו צילום מסך של התוצאה בהדמיה וצרפו אותה אל העבודה.

4. חישוב: הקטנת העדשה, כלומר צמצום האישון, מגביר את חדות הראייה. מה עוד משתנה בעקבות צמצום האישון? על חשבון מה אנחנו מקבלים חדות גדולה יותר של התמונה?