

מיקודית בפיזיקה לכיתה יב

פרק 3

בגרויות בקרינה וחומר-ירד אופטיקה גאומטרית והקבלה בין גל מכני וקרני אור לבגרות 2024

1 אופטיקה גאומטרית

שאלות מבגרויות – אופטיקה גיאומטרית

שאלות

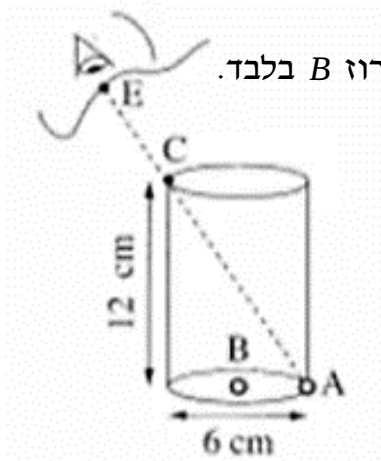
1) בגרות 2017 – שאלה 6

- רמי ישב ליד בריכה ריקה. בתחתית הבריכה הונח מטבע, אך ממקום מושבו של רמי לא ניתן היה לראות את המטבע כשהבריכה ריקה. התחילו למלא את הבריכה במים, וברגע מסוים ראה רמי את המטבע (רמי והמטבע לא זזו ממקומם). מקדם השבירה של המים הוא $n = 1.33$.
- א. הגדר את תופעת השבירה של האור, וציין את סיבתה.
- ב. הסבר מדוע ראה רמי את המטבע רק לאחר שהבריכה התמלאה חלקית. לווה את תשובתך בסרטוט מהלך הקרניים.
- ג. נתון: קרן היוצאת מן המטבע, ומגיעה לעין של רמי, עוברת בתוך המים מרחק $d = 0.61\text{m}$. זווית השבירה של קרן זו היא $\beta = 13.6^\circ$. חשב את עומק המים.

(2) בגרות 2016 – שאלה 7

בתרשים שלפניך מוצג כלי ריק בצורת גליל. גובה הכלי: 12cm, קוטרו: 6cm. בתחתית הכלי מונחים שני חרוזים קטנים מאוד: חרוז A צמוד לדופן הכלי וחרוז B במרכז התחתית של הכלי.

תלמיד הביט אל תוך הכלי בכיוון EC (הנקודה C נמצאת על שפת הכלי). כאשר הכלי היה ריק, התלמיד ראה את חרוז A בלבד. מילאו את הכלי עד שפתו בנוזל שקוף. התלמיד הסתכל באותו כיוון וראה את חרוז B בלבד.



- א. העתק את תרשים הכלי והעין למחברתך – בלי הקו המקווקו. הוסף לתרשים שבמחברתך קרן אור שמגיעה מחרוז B, עוברת בתוך הנוזל אל הנקודה C, ומגיעה לעין התלמיד. סמן בתרשים שבמחברתך את זוויות הפגיעה (α) והשבירה (β), במעבר של קרן האור מהנוזל לאוויר.
 - ב. חשב את מקדם השבירה של הנוזל.
 - ג. קבע אם חרוז B נראה לתלמיד בעומק האמיתי שהוא היה בו, גבוה יותר או נמוך יותר.
- נמק קביעתך באמצעות שרטוט תרשים נוסף – של הכלי ומהלך הקרניים.

3) בגרות 2016 – שאלה 6

תלמידה רצתה לבדוק את סוג העדשות במשקפיים של דודתה. לשם כך הניחה התלמידה שתי כפיות זהות עת השולחן, והניחה אחת מעדשות המשקפיים מעל אחת הכפיות. בתרשים שלפניך נראה תצלום הכפיות והמשקפיים שצילמה התלמידה:



א. בכל אחת מן האפשרויות שלפניך, קבע מהו המאפיין הנכון של דמות הכפית הנראית מבעד לעדשה:

1. ישרה או הפוכה.
2. ממשית או מדומה.
3. מוגדלת או מוקטנת.

ב. האם העדשה מרכזת או מפזרת? נמק את תשובתך.

ג. מצא את דמות הכפית באמצעות שרטוט מדויק של מהלך שלוש קרניים.

ד. נתון: רוחק מוקד העדשה $|f| = 12\text{cm}$, מרחק העצם מהעדשה 6cm , גובה העצם 3cm .

בשרטוט, השתמש בקנה מידה של משבצת 1cm .

חשב, באמצעות נוסחאות, את גובה הדמות ואת מרחקה מהעדשה.

האם תוצאות החישוב מתאימות לאותם ערכים שהתקבלו בשרטוט?

4) בגרות 2015 – שאלה 7

ילד לובש חולצה, שעליה מודפסת האות F, ועומד מול מראה מישורית התלויה על קיר (ראה איור).



א. מהי התופעה הפיזיקלית שגורמת להשתקפות הילד רק במראה ולא בקיר?

ב. המרחק של הילד מן המראה היה 1m ,

והוא החל להתקרב אליה במהירות קבועה של $v = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

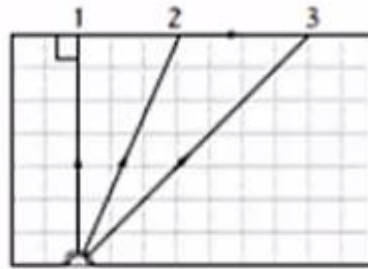
חשב בתוך כמה זמן יהיה המרחק בין הילד ובין דמותו 0.5m .

ג. לפניך ארבע צורות, I-IV, של האות F. העתק למחברתך את הופעת האות F, כפי שהילד שמסתכל במראה רואה אותה.



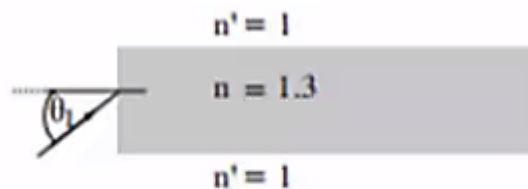
(5) בגרות 2014 – שאלה 7

מקור אור נקודתי נמצא בתוך מנסרה מלבנית (תיבה), העשויה מחומר שקוף. המנסרה נמצאת באוויר. בתרשים 1 מוצג חתך של המנסה, המקביל לשתיים מדופנות המנסרה, ולכן מוצג בו מהלכן של שלוש קרניים, 1, 2 ו-3, שמקורן במקור האור. זווית השבירה של קרן 2 היא 90° בקירוב.



תרשים 1

- העתק את תרשים 1 למחברתך, והשלם בו במדויק את המשך המהלך של קרן 1 ושל קרן 3. הסבר את שיקולך.
- על פי התרשים, חשב את הזווית הגבולית (קריטית), למעבר אור, מן החומר השקוף לאוויר.
- אפשר להעביר מידע למרחקים גדולים באמצעות סיבים אופטיים, שאור מתפשט דרכם כמעט בלי הפסד אנרגיה. בתרשים 2 מתואר חתך של סיב אופטי העשוי מחומר שקוף, שמקדם השבירה שלו $n = 1.3$, וקרן אור נכנסת לתוכו מן האוויר בזווית פגיעה θ_1



תרשים 2

כאשר האור נכנס לסיב מהצד (כמתואר בתרשים 2), זווית הפגיעה θ_1 צריכה להיות קטנה מ- 75° , כדי למנוע דליפת אור מהסיב לאוויר. הסבר מדוע. בתשובתך היעזר בתרשים.

6 בגרות 2014 – שאלה 6

יאיר ישב במוכנית ורצה לעיין במפה שבידיו (זה היה לפני עידן ה-G.P.S).
בחוץ שרר חושך, ולכן יאיר הדליק נורה בתוך המכונית.

א. כדי שיראה היטב את המפה, האם על יאיר לכוון את אלומת האור מן הנורה לעבר עיניו, או לעבר המפה? נמק.

ב. לאחר שיאיר הדליק את הנורה, הוא התבונן בשמשת החלון של מכוניתו. הוא לא ראה את הסביבה שבחוץ, אלא את דמותו המשתקפת בשמשת החלון. הסבר, באמצעות תרשים, כיצד נוצרת הדמות המשתקפת בשמשת החלון.

ג. יאיר מאס בפקקי התנועה שבכבישים, והחליט לנסוע ברכבת. כשבתוך קרון הרכבת דלק אור, ומחוץ לרכבת שרר חושך, יאיר הבחין בשתי דמויות שלו המשתקפות בחלון הרכבת. חלון הרכבת מורכב משני לוחות זכוכית מקבילים, וביניהם מרווח שבו שכבת אוויר. אפשר להזניח את העובי של לוחות הזכוכית. מדוע ברכבת הבחין יאיר בשתי דמויות, ולא בדמות אחת, כפי שראה במכוניתו? פרט את תשובתך.

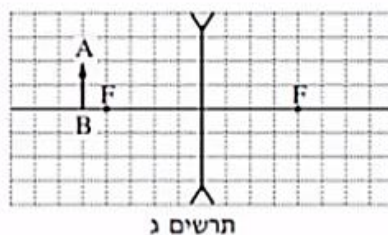
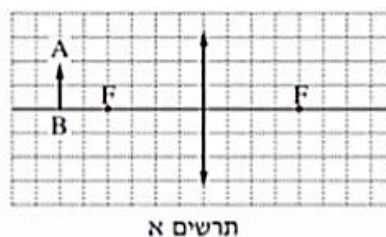
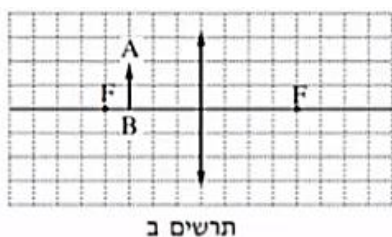
ד. באותם תנאי תאורה הכניסו נייר שחור למרווח שבין שני לוחות הזכוכית. הנייר אוטם את כל המרווח. כמה דמויות השתקפו בחלון? נמק.

7 בגרות 2013 – שאלה 6

אדם המרכיב משקפיים, עם עדשות מרכזות זהות, רואה בעזרתם את הדמות המדומה של העצם.

א. הסבר את המושגים "דמות ממשית" ו"דמות מדומה".
בהסברך תוכל להיעזר בתרשימים.

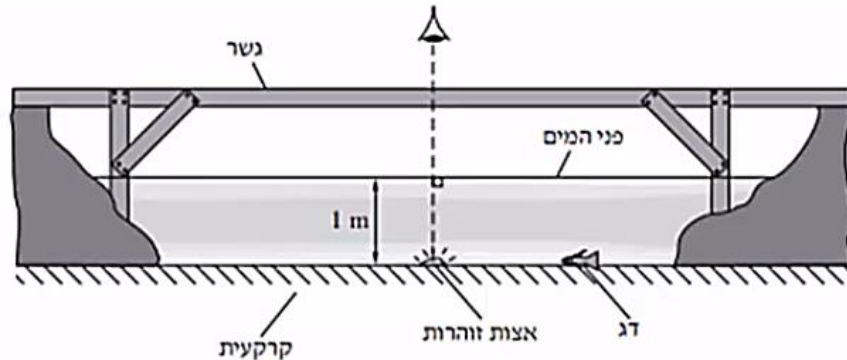
ב. בתרשימים א-ג החץ AB מייצג את העצם. קבע איזה תרשים מתאים לתיאור שבפתיח. נמק את קביעתך.



ג. עוצמת העדשה היא 2 דיאטריות. מהו רוחק המוקד של העדשה?
ד. המרחק בין הדמות לעדשה הוא 60cm. חשב את המרחק בין העצם לעדשה.

8) בגרות 2013 – תרגיל 1

בגן חיות יש בריכה ובה דגים ויצורי מים מיוחדים. מושבה של אצות זוהרות (פולטות אור) נחה על קרקעית הבריכה, בעומק של 2 מטר. מקדם השבירה של מי הבריכה, ביחס לאוויר, הוא $n=1.33$. מעל הבריכה נמתח גשר, שממנו המבקרים יכולים לצפות בה (ראה תרשים). התייחס למושבת האצות כאל מקור אור נקודתי.

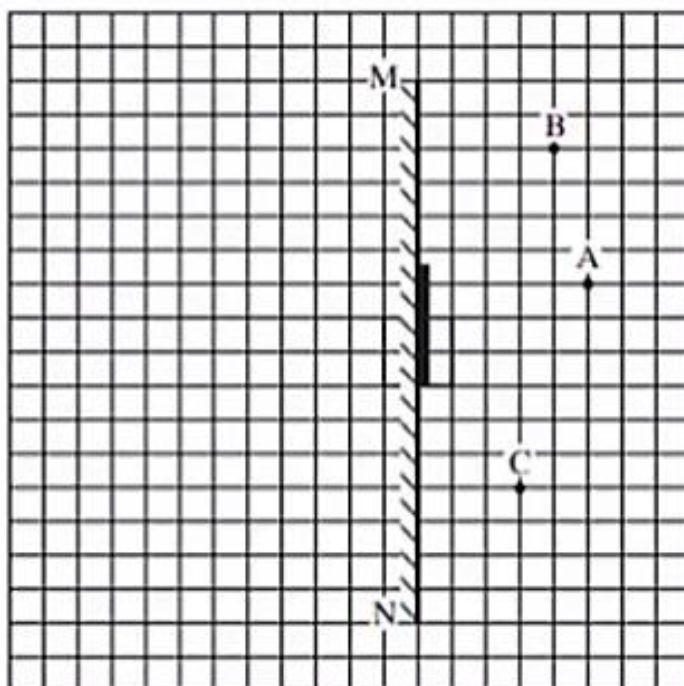


- א. האור שנפלט ממושבת האצות לעבר פני המים עובר לאוויר דרך משטח מעגלי של פני המים.
הסבר מדוע. היעזר בתרשים מתאים.
- ב. חשב את הרדיוס של המשטח המעגלי שהאור עובר דרכו לאוויר.
- ג. אדם הניצב על הגשר, בדיוק מעל מושבת האצות, רואה אותה בעומק קטן יותר מהעומק האמיתי שהיא נמצאת בו.
הסבר מדוע.
- ד. דג השוחה על קרקעית הבריכה, בעומק 1 מטר, רואה את השתקפות האצות באמצעות קרני אור המוחזרות מפני המים.
חשב את המרחק (האופקי) המינימלי, בין הדג לבין מושבת האצות, שהוא יכול לראות בו את השתקפות האצות, באמצעות קרני אור המוחזרות בהחזרה מלאה.
- ה. כאשר הדג נמצא בעומק של 1 מטר, והמרחק בינו לבין מושבת האצות קטן יותר מהמרחק שחישבת בסעיף ד, הוא עדיין רואה את השתקפות האצות בפני המים.
הסבר מדוע.

9 בגרות 2012 – שאלה 1

עצם ניצב לפני משטח מישורי.

- א. מה צריך להתקיים כדי שתיווצר דמות של העצם על ידי המשטח?
- ב. כאשר נוצרת דמות של העצם על ידי המשטח, איזה תנאי חייב להתקיים כדי שצופה המתבונן במשטח יראה את הדמות של העצם?
- ג. באיור שלפניך מתואר חתך של מראה מישורית MN, המכוסה במרכזה בכיסוי בד אטום. בנקודה A נמצא עצם נקודתי. בכל אחת מהנקודות B ו-C נמצא צופה (צופה B, צופה C). הנקודות A, B ו-C, נמצאות על אותו מישור.



העתק אל מחברתך את התרשים, כך שכל משבצת בתרשים – תיוצג על די משבצת במחברתך.

האם צופה B וצופה C רואים את הדמות A באותו מקום? הסבר.

ד. צלע של משבצת אחת מייצגת מרחק של 20 ס"מ במציאות.

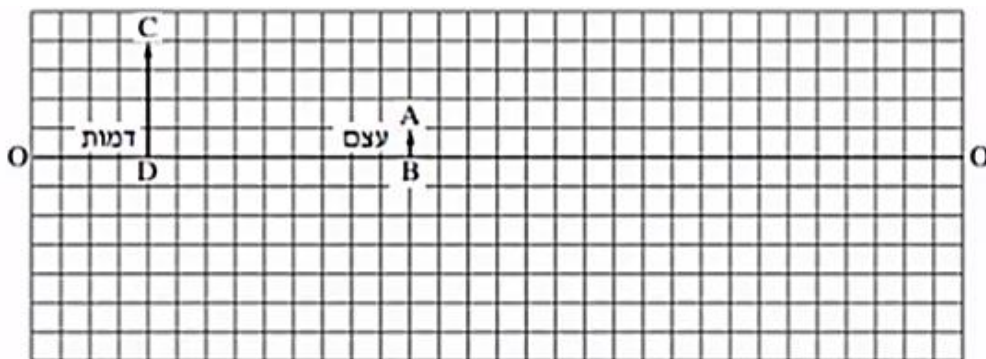
חשב את המרחק של הצופה הנמצא בנקודה C מהדמות של העצם A.

ה. צופה C מביט אל עבר המראה, אך אינו רואה בה את דמות העין של צופה B. האם צופה B, המביט אל עבר המראה, רואה בה את דמות העין של צופה C? הסבר.

10 בגרות 2011 – שאלה 1

בתרשים שלפניך OO מסמן ציר אופטי של עדשה דקה (העדשה אינה מוצגת בתרשים).

הקטע AB מסמן עצם, והקטע CD מסמן את הדמות של העצם – הנוצרת בעזרת העדשה. הצלע של כל משבצת בתרשים = 1 ס"מ.



א. מדוע הדמות המתוארת בתרשים יכולה להיווצר רק בעזרת עדשה מרכזת?

העתק למחברתך את התרשים, כך שכל משבצת בתרשים – תיוצג על ידי משבצת במחברתך.

השתמש בתרשים ששרטטת כדי לענות על סעיפים ב-ג:

ב. מצא, בעזרת שרטוט של מהלך קרני האור, את מיקום העדשה, והוסף אותה לתרשים.

ג. מצא את רוחק המוקד של העדשה בשתי דרכים:

1. סרטוט של מהלך קרני האור.

2. חישוב.

ד. כשהמרחק בין העצם לעדשה גדול מערך מסוים u_1 , נוצרת דמות הפוכה ביחס לעצם.

קבע מהו u_1 . נמק.

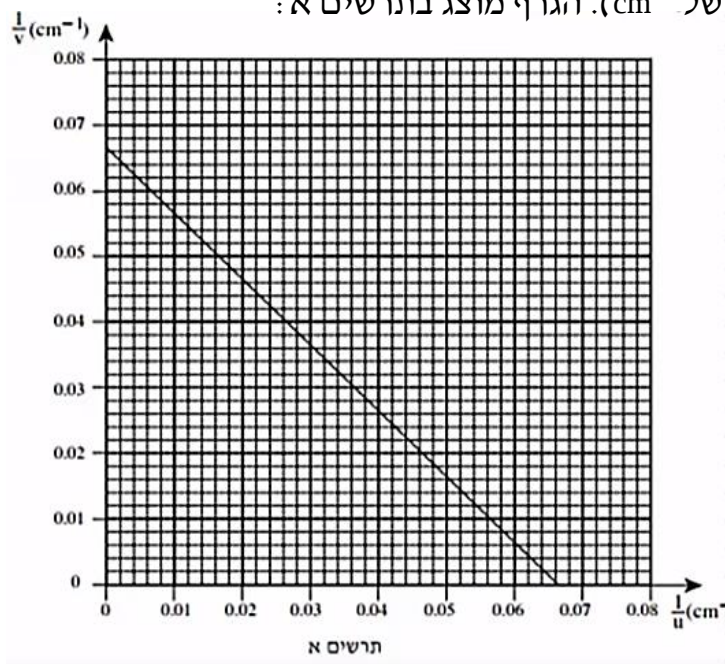
ה. כשהמרחק בין העצם לעדשה שווה לערך מסוים u_2 , הגדול מ- u_1 ,

נוצרת דמות באותו גובה של הדמות CD שבתרשים.

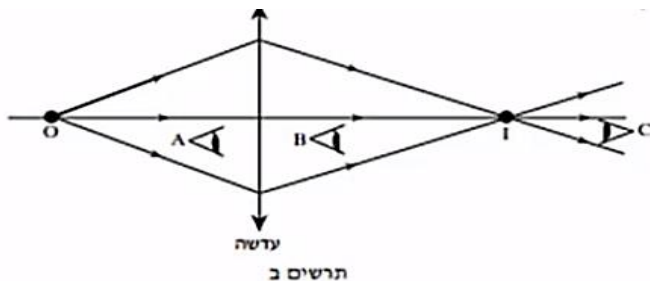
מצא את u_2 .

11) בגרות 2009 – שאלה 1

ברק הציב מקור אור, במרחקים שונים מעדשה דו-קמורה דקה. בכל פעם הוא מדד את המרחק של מקור האור מן העדשה (u), ואת המרחק של המסך שעליו התקבלה דמות חדה של מקור האור מן העדשה (v). לאחר מכן הוא חישב את ערכי $\frac{1}{u}$ ו- $\frac{1}{v}$, ועל פי ערכים אלה שרטט גרף של $\frac{1}{v}$ (ביחידות של cm^{-1}). הגרף מוצג בתרשים א:

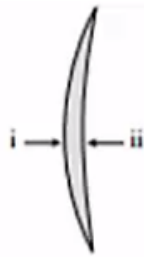


- הסבר מדוע הגרף שהתקבל הוא קו ישר.
- מצא בעזרת הגרף את רוחק המוקד של העדשה. פרט את חישוביך.
- כאשר הציב ברק את מקור האור במרחק 10 ס"מ מן העדשה, הוא לא הצליח למקם את המסך כך שתתקבל עליו דמות חדה של מקור האור. הסבר מדוע.
- בתרשים ב שלפניך מתואר עצם נקודתי O ודמותו I, הנוצרת על ידי עדשה מרכזת דקה.



האם אפשר לראות את הדמות I גם ללא מסך?
אם כן – באיזו מהנקודות, A, B או C, צריכה להימצא העין (על פי כיווני ההסתכלות שלה המתוארים בתרשים), כדי לראות את הדמות I?
אם לא – היעזר בתרשים ב, והסבר מדוע אי-אפשר לראות את הדמות ללא מסך.

ה. בתרשים ג שלפניך מתואר חתך של עדשת זכוכית קמורה-קעורה דקה. מטילים על העדשה פעמיים אלומת אור מקבילה ואופקית, המתפשטת באוויר:



תרשים ג

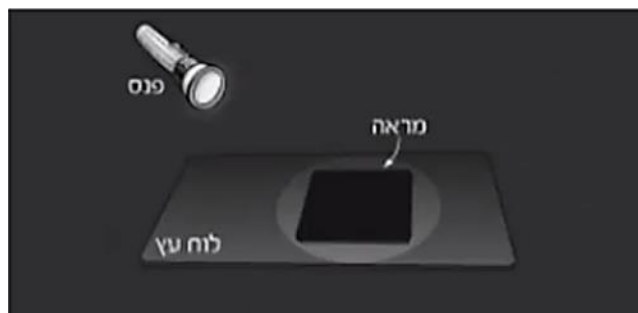
- i. אלומת האור פוגעת תחילה במשטח הקמור.
- ii. אלומת האור פוגעת תחילה במשטח הקעור.

העתק למחברתך את המספר של המשפט הנכון מבין המשפטים שלפניך:

1. העדשה מרכזת את האור בשני המקרים.
2. העדשה מרכזת את האור במקרה i ומפזרת אותו במקרה ii.
3. העדשה מפזרת את האור במקרה i ומרכזת אותו במקרה ii.
4. העדשה מפזרת את האור בשני המקרים.

12) בגרות 2007 – שאלה 2

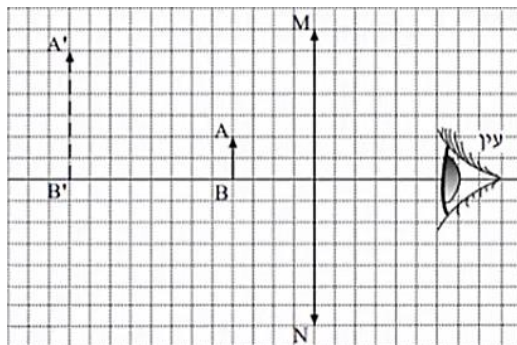
- על ספסל אופטי המונח על שולחן, מציבים מקור אור שצורתו מלבן (מלבן מלא), עדשה מרכזת שרוחק המוקד שלה הוא $f = 30$ ומסך. מקור האור, העדשה והמסך – מקבילים זה לזה. שתיים מהצלעות של מקור האור המלבני מאונכות לשולחן. הדמות של מקור האור מתקבלת על המסך, וגובהה גדול פי 2 מהגובה של מקור האור.
- א. חשב את המרחק של מקור האור מן העדשה.
 - ב. פי כמה גדול שטח הדמות מהשטח של מקור האור? נמק.
 - ג. מציבים את מקור האור במרחק 160cm מן המסך. באיזה מרחק ממקור האור יש להציב את העדשה, כדי שתתקבל על המסך דמות? אם יש יותר מאפשרות אחת, כתוב את כולן.
 - ד. האיור שלפניך הוא העתק של תצלום, שבו מראה מישורית מונחת על לוח-עץ ופנס. הפנס פולט אלומת אור הפוגעת בלוח העץ ובמראה שעליו. מלבד הפנס אין מקורות אור נוספים.



- מדוע המראה שבתצלום נראית חשוכה, ואילו החלק של לוח העץ – שבו פוגעת אלומת האור – נראה מואר?

13 בגרות 2004 – שאלה 1

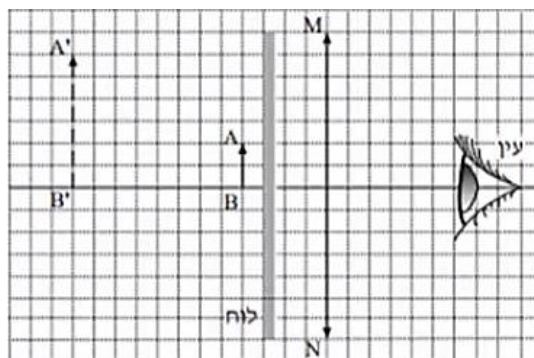
בתרשים א מוצגת מערכת, ובה עדשה מרכזת MN , הציר האופטי שלה, בול דואר, AB , הדמות של הבול, $A'B'$, הנוצרת על ידי העדשה, ועין הצופה המתבונן בבול. אורך הצלע של כל משבצת בתרשים מייצג מרחק של 5 ס"מ במציאות.



תרשים א

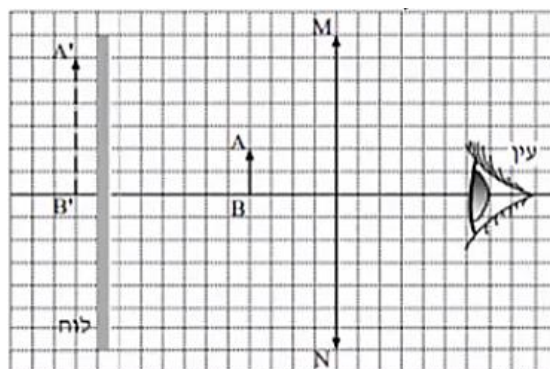
- א. 1. מצא את אורך מוקד העדשה.
2. חשב את עוצמת העדשה. הצג את תשובתך בדיופטר.

באותה מערכת מציבים לוח אטום לאור לפני הבול, בין הבול לעדשה (ראה תרשים ב).



תרשים ב

- ב. האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק.
- ג. את הלוח האטום-לאור מעבירים אל מאחורי הבול, כמוצג בתרשים ג.



תרשים ג

האם במצב זה יוכל הצופה לראות את הבול? נמק.

- ד. מסלקים את הלוח האטום.
הבול, העדשה והעין נשארים במקומם.
הצופה מתבונן בבול דרך העדשה (ראה תרשים א), ואחר כך הוא מסלק את העדשה ומתבונן בבול.
באיזה משני המצבים (עם העדשה או בלי העדשה),
הבול נראה לצופה גדול יותר?
הסבר את תשובתך במונחים של זוויות ראייה.
- ה. העתק למחברתך את תרשים א (כל משבצת בתרשים תהיה משבצת במחברת).
שרטט קרן, היוצאת מראש הבול A, עוברת בעדשה, וחודרת למרכז האישון של עין הצופה.
תאר כיצד קבעת את מהלך הקרן ששרטטת.

תשובות סופיות

- (1) א+ב. ראו בוידאו. ג. 0.6m
- (2) א. ראו בוידאו. ב. 1.85 ג. ראו בוידאו.
- (3) 1א. ישרה. 2. מדומה. 3. מוגדלת. ב. מרכזת. ג. בוידאו. ד. כן.
- (4) א. ראו בוידאו. ב. 1.5sec ג. IV
- (5) א. ראו בוידאו. ב. 23.2° ג. ראו בוידאו.
- (6) א. לעבר המפה. ב+ג. בוידאו. ד. 1
- (7) א. ראו בוידאו. ב. תרשים ב'. ג. 50cm ד. 27.3cm
- (8) א. ראו בוידאו. ב. $r=1.14$ ג. ראו בוידאו. ד. 2.28m ה. בוידאו.
- (9) א-ג. ראו בוידאו. ד. 2m ה. לא.
- (10) א+ב. ראו בוידאו. ג. 1. ראו בוידאו. 2. 4cm ד. $u > f$ ה. 8cm
- (11) א+ג. ראו בוידאו. ד. כן, צופה C. ה. 1
- (12) א. 45cm ב. פי 4. ג. $u_1 = 120\text{cm}$, $u_2 = 40\text{cm}$ ד. ראו בוידאו.
- (13) א. 30cm 2. 3.33D ב. לא. ג. כן. ד. עם העדשה. ה. בוידאו.