

אופטיקה גאומטרית

קרינה וחומר - כרך א



עדי רוזן

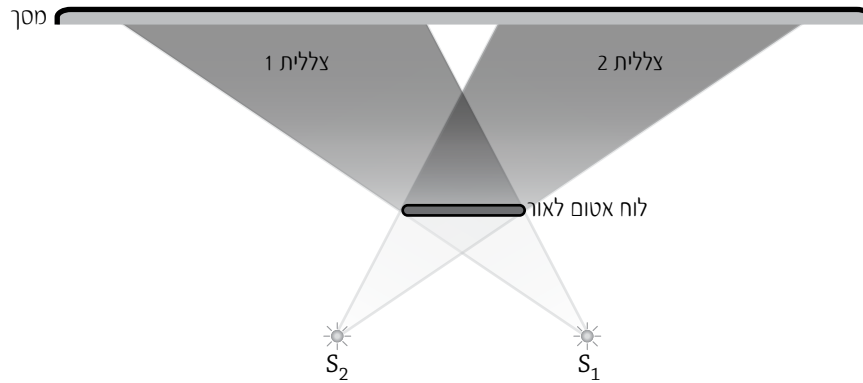
תוכן העניינים

פרק א - אור וראייה	7
פרק ב - החזרת אור	14
פרק ג - שבירת אור	36
פרק ד - עדשות כדוריות דקות	56
פרק ה - העין וליקויי ראייה	76
מבחנים	78

פרק א: אור וראייה

1. לא רואים את אלומת האור, אלא רואים באמצעות האור את גרגרי האבק שמרחפים באולם הקולנוע ומחזירים חלק מהאור לעבר עיננו.
2. עליו לכוון את הנורה לעבר הספר, כמתואר באיור ב בספר לתלמיד; חלק מהאור הפוגע בספר מוחזר על-ידו, וחלק מהאור המוחזר חודר לעיניו של הנער, ויוצר על כל אחת משתי רשתיות עיניו דמות של דף הספר.
3. א. פני הירח מוארים, מכאן שהתמונה צולמה **ביום** שעל פני הירח.
ב. במהלך יום בכדור הארץ האטמוספירה של הארץ מפזרת את אור השמש לכל הכיוונים. לכן שמי הארץ אינם נראים אפלים במהלך היום. לעומת זאת, בירח, במשך היום (יום שעל פני הירח), השמיים נראים אפלים כי לירח אין אטמוספירה.
4. כאשר נמצאים ביום בהיר תחת כיפת השמיים - עוצמת האור רבה, לכן האישונים מכווצים (כדי למנוע חדירת אור בעוצמה רבה מדי לתוך העין). כאשר נכנסים לחדר שהוא די חשוך - חולפות שניות אחדות עד שהאישונים מתרחבים. במהלך שניות אלה כמות האור החודרת לתוך העין קטנה, לכן מתקשים לראות.
5. גם גלי קול, בדומה לאור, עוברים זה דרך זה ללא הפרעה. כאשר אנשים א ו- ב משוחחים ביניהם, גלי הקול אינם מופרעים משיחה בין אנשים ג ו-ד, גם אם השיחות "מצטלבות".
6. מקורות אור: השמש, גפרור דולק, מקרנת קולנוע, טלוויזיה מופעלת.
מחזירי אור: הירח, מסך קולנוע.
7. א. צבע האור שנפלט מהזיקוקים הוא לבן.
ב. גוף לוחט פולט אור לבן אם הטמפרטורה שלו עולה על 600°C בערך. מכאן שטמפרטורת זיקוק עולה על 600°C .
8. א. צבע האור הנפלט ממקור אור לוחט נקבע על-ידי **הטמפרטורה** של מקור האור.
ב. צבע האור הנפלט ממקור אור המבוסס על מעבר זרם חשמלי דרך גז, נקבע על-ידי **סוג הגז**.
9. הטמפרטורה על פני כוכב אדום נמוכה מהטמפרטורה על-פני כוכב הפולט אור לבן. ניסויים מראים כי הטמפרטורה של גוף הפולט אור אדום היא כ- 300°C - 400°C , ואילו הטמפרטורה של גוף הפולט אור לבן גבוהה מ- 600°C בערך.
10. איור א: הפרעושים ב- A וב- C יראו את הנורה. הפרעוש ב- B לא יראה את הנורה.
איור ב: הפרעושים ב- A וב- E יראו את הנורות. הפרעוש ב- C לא יראה את הנורות. פרעוש ב- B יראה את נורה א, ופרעוש ב- D יראה את נורה ב.
איור ג: הפרעוש ב- C יראה את הנורה בשלמותה, הפרעוש ב- A לא יראה את הנורה, אף לא חלק ממנה, והפרעוש ב- B יראה חלק מהנורה.

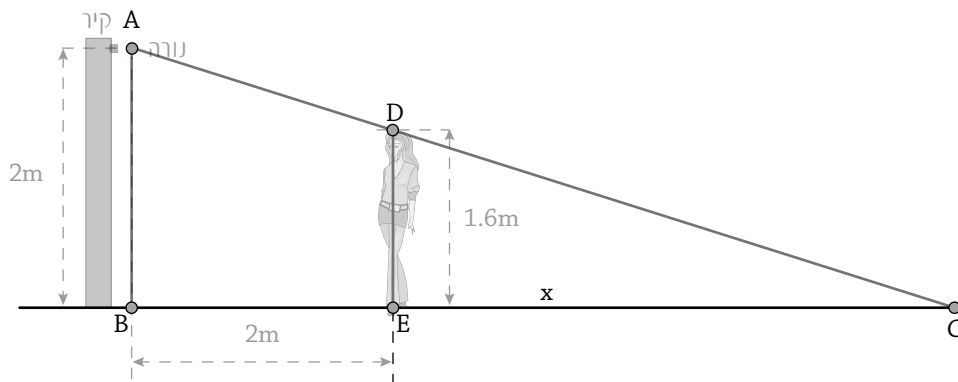
11. כן, כמתואר באיור, שהוא חתך של מערכת אופטית:



12. שלושה שינויים שאפשר לעשות במערכת האופטית כדי לגרום לכך שהצללית תהיה קטנה יותר:

- לקרב את הלוחית אל המסך.
 - להרחיק את הנורה מהלוחית.
 - להטות את הלוחית, כך שהיא לא תהיה מקבילה למסך.
- הערה למורה:** אפשר להדגים זאת.

13. אורך הצללית הוא מרגלי הנערה עד נקודת הפגיעה בקרקע של קרן הנפלטת מהנורה ומשיקה לראש הנערה. נתבונן באיור:

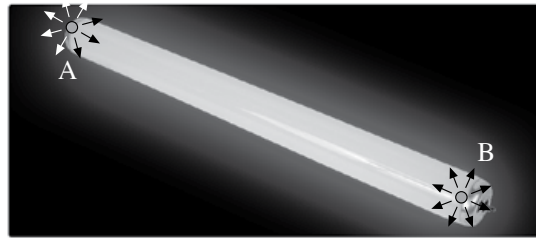


משולשים ABC ו-DEC דומים (משולשים ישרי זווית שיש להם זווית חדה אחת משותפת). נסמן את אורך הצללית, EC, ב- x .

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EC} \Rightarrow \frac{2}{1.6} = \frac{2+x}{x} \Rightarrow x = 8 \text{ m}$$

מדמיון המשולשים נובע כי:

14. באיור שלהלן מסורטטות קרניים המייצגות את האור המופץ משתי הנקודות A ו-B.



15. באיור שלהלן מסורטטות אחת מהקרניים של האור שבאמצעותו האדם רואה את ראש הנר, ואחת הקרניים של האור שבאמצעותו הוא רואה את בסיס הנר.



16. אילו הניסוי שערכו גלילאו ושותפו היה נערך כך שהמרחקים בין שני הפנסים היו אסטרונומיים, אפשר היה למדוד את גודל מהירות האור, כי אז משכי התגובות של גלילאו ושל שותפו היו זניחים ביחס למשך מהלך האור מהפנס של גלילאו עד לשותף וחזרה.

17. א. "שנת-אור" היא יחידת אורך.

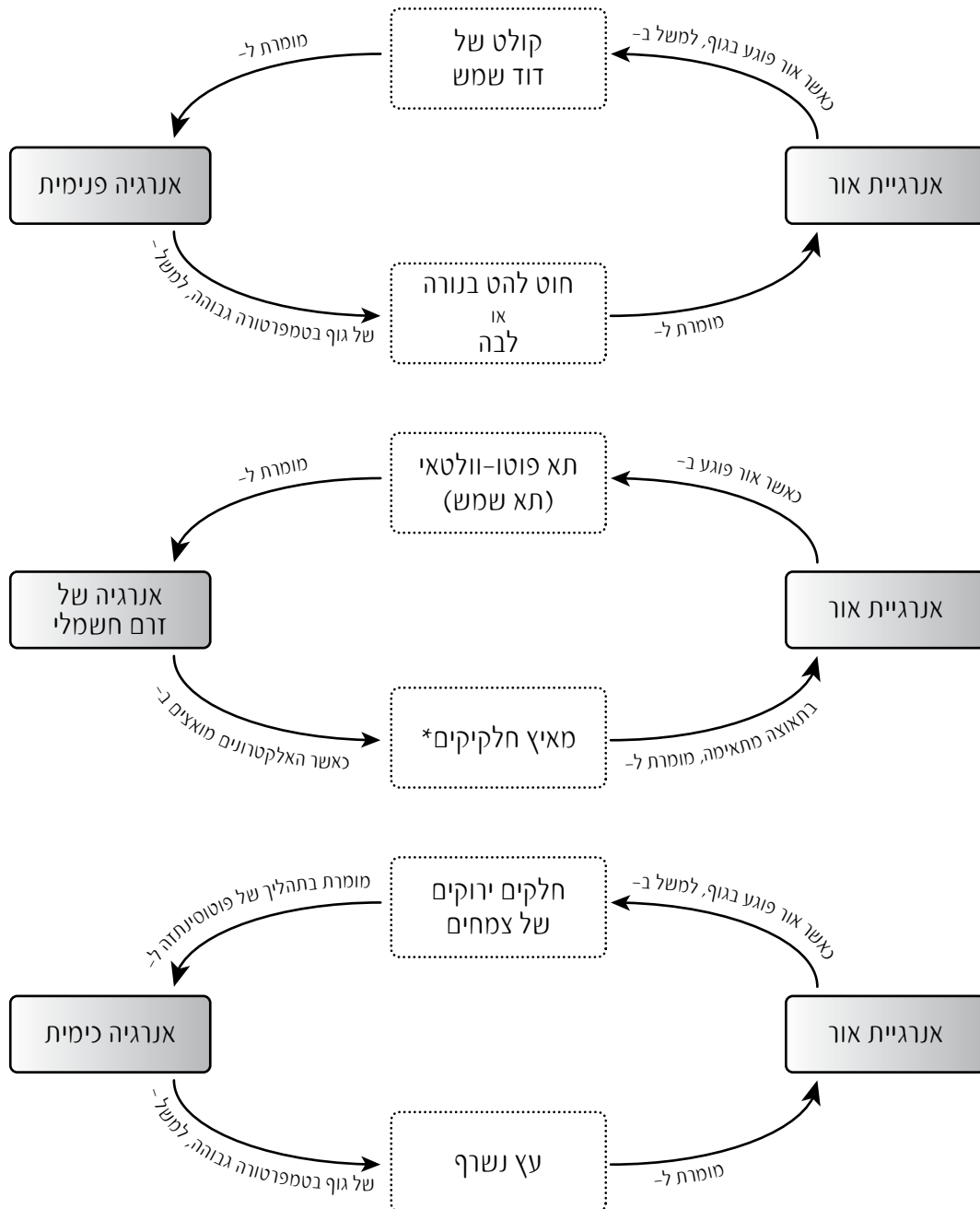
ב. "שנת-אור" הוא המרחק שאור עובר במשך שנה אחת.

ג. משמעות הנתון היא שאור הנפלט מהכוכב "Alpha Centauri" לכיוון מערכת השמש, יגיע אליה כעבור 4.2 שנים.

18. נסמן: s - מרחק השמש מהארץ; c - גודל מהירות האור; t - פרק הזמן שלוקח לאור להגיע מהשמש לארץ.

$$t = \frac{s}{c} \Rightarrow t = \frac{150,000,000 \text{ km}}{300,000 \text{ km/s}} = 500 \text{ s} = \frac{500}{60} \text{ min} = 8\frac{1}{3} \text{ min}$$

19. תופעות שבכל אחת מהן מתרחשת המרת אנרגיה מאור לסוג אחר של אנרגיה ולהיפך:



* ראה עמוד 239 בספר "קרינה וחומר כרך ב - מודלים של האור", בפיסקה שמתחת לאיור 15. תלמידים עדיין אינם מכירים תהליך זה, לכן זו הערה המיועדת בשלב זה למורה. נדגיש כי בנורת להט הזרם משמש לחימום חוט הלהט, ולא ישירות להפקת אור. הטמפרטורה הגבוהה של חוט הלהט היא שגורמת לפליטת אור.

20. רוב אור השמש שפגע בפחם נבלע בו (כי פחם שחור) וגרם להתחממותו. הפחם, החם באופן יחסי, התיך את הקרח (אור שפגע ישירות בקרח - הוחזר ברובו, וכמעט לא גרם להתחממות הקרח).

21. גולשי סקי מרכיבים בדרך-כלל משקפיים ביום בהיר, כי עיניהם חשופות לאור שמגיע ישירות מן השמש, ובנוסף לכך לאור שמוחזר על-ידי השלג.

22. תופעה המעידה ששמשות מכונות מעבירה אור: נוסע במכונית רואה עצמים הנמצאים מחוץ למכונית גם כאשר שמשות המכונית סגורה.

תופעה המעידה ששמשות מכונות מחזירה אור: נוסע במכונית שבתוכה דולקת נורה רואה בלילה את דמותו המשתקפת על ידי שמשות המכונית.

תופעה המעידה ששמשות מכונות בולעת אור: שמשות המכונית מתחממות כשהן חשופות לאור השמש.

23. רוב האור שפגע בפיסת הבד השחורה נבלע בה, והעלה את הטמפרטורה שלה. פיסת הבד החמה באופן יחסי התיכה את השלג שהיה במגע איתה, לכן היא שקעה במידה רבה. פיסות הבד בצבעים אחרים גם שקעו אבל במידה פחותה מהפיסה השחורה, כי הן בלעו חלק קטן יותר מהאור שפגע בהן.

24. את הגגות המצופים בזפת מסיידים בסיד לבן בתחילת הקיץ, כדי ששיעור גדול ככל האפשר של קרינה המגיעה בקיץ מן השמש יוחזר מן הגג על-ידי הסיד הלבן. אם לא מסיידים - הזפת השחורה בולעת שיעור גבוה מן הקרינה, והדירה הממוקמת מתחת לגג עלולה להתחמם מאוד.

25. (1)

26. (2)

27. (1)

28. (4)

29. תצלום השמש בחורף גדול יותר, מכאן נובע שבחורף השמש קרובה יותר לארץ מאשר בקיץ (מדובר על חורף וקיץ בחצי הכדור הצפוני של הארץ).

30. (1)

31. ט"ו בחודש עברי

32. (3)

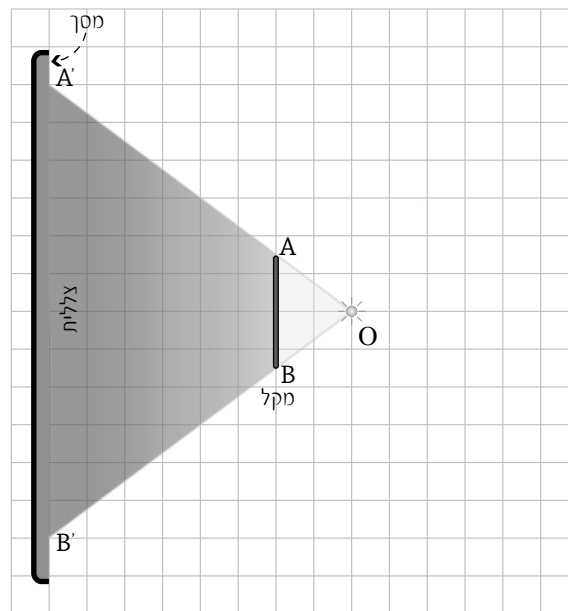
33. (1)

34. א. מצב זה מתאים לט"ו בחודש עברי - הארץ נמצאת בין השמש לבין הירח (אך לא על הישר המחבר את הירח והשמש, אחרת היה מתרחש ליקוי לבנה וזה היה בסתירה לנתון שהירח נראה במלואו). במצב זה הארץ אינה נראית למי שנמצא על הירח, כי המחצית האפלה של הארץ פונה לעבר הירח.

ב. מצב (2) מתאים ל-א בחודש עברי - הירח נמצא בין השמש והארץ (אך לא על הישר המחבר את הארץ עם השמש). במצב זה הארץ נראית למי שנמצא על הירח כעיגול מואר במלואו, כי המחצית המוארת של הארץ פונה לעבר הירח.

35. הדלקת נורה בתוך מכונית בלילה מפריעה לנהיגה כי האור שמקורו בנורה שבתוך המכונית פוגע בשמשות המכונית וחלקו מוחזר לעיני הנהג. אור זה "מתחרה" באור המגיע לתוך המכונית מבחוץ, לכן העצמים שמחוץ למכונית, כגון מכוניות, הולכי רגל, הכביש וכיו"ב נראים פחות בולטים, לעומת המצב שבו אין בתוך המכונית נורה דולקת.

36. **פתרון בדרך א - פתרון גרפי:** נסרטט לאורך המסך, במקום כלשהו, קו המייצג צללית שאורכה 12 משבצות, ונחבר את קצות הקו עם מקור האור O. נחפש קטע מקביל למסך, שיחבר שתי נקודות שכל אחת נמצאת על קו המחבר את קצות הצללית עם מקור האור, ואורכו יהיה 3 משבצות, כמתואר באיור. מהאיור עולה כי מרחק הקו ממקור האור הוא שתי משבצות.



פתרון בדרך ב - פתרון מתמטי: נסמן את קצות המקל (בהיותו ממוקם במקום המבוקש) ב-AB, ואת קצות הצללית ב-A'B'. המשולשים ABO ו-A'B'O דומים (AB ו-A'B' מקבילים). נסמן ב-h את מרחק O מ-AB, ביחידות של מספר משבצות. אורך הגובה ל-A'B' במשולש A'B'O הוא 8 משבצות (כפי שאפשר לקרוא מן התרשים המופיע בשאלה).

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{8}{h} \Rightarrow \frac{12}{3} = \frac{8}{h} \Rightarrow h = 2 \text{ משבצות}$$

מדמיון המשולשים נובע כי: משבצות 2 הוא O ממקור האור O הוא 2 משבצות.

הערה: הדרך השנייה, בניגוד לראשונה, היא מדויקת. מומלץ להציג בפני התלמידים את שתי הדרכים.

37. כדי להבין מדוע השוליים AB ו-CD של הצללית חדים, נתבונן בחתך מישורי אנכי החותך את הלוחית ואת חוט הלהט (חתך המאונך לראשית). **במישור זה חתך חוט הלהט הוא נקודה** כפי שמוצג באיור א שלהלן שאפשר לראותו כמבט מהצד על מערכת הניסוי. לכן במישור זה הצללית חדה. שיקול זה תקף לכל החתכים המישוריים האנכיים החותכים את הלוחית ואת חוט הלהט.

כדי להבין מדוע השוליים BC ו-AD הם צל חלקי לא אחיד נתבונן בחתך מישורי **אופקי** החותך את הלוחית, כך שחוט הלהט נמצא **כולו** במישור זה, כפי שמוצג באיור ב שאפשר לראותו כמבט מלמעלה על מערכת הניסוי. כאן מדובר **בצללית של מקור אור רצוף**, לכן מתקבלת צללית עם שוליים שהם צל חלקי לא אחיד.

