

מודלים של האור

קרינה וחומר - כרך ב



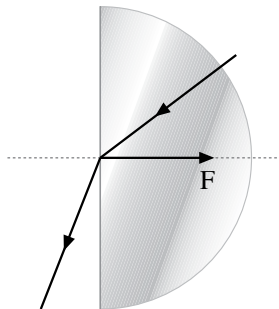
עדי רוזן

תוכן העניינים

פרק ב: המודל החלקיקי של האור.....	117
פרק ג: תכונות של פולסים חד-ממדיים והשוואתן לתכונות האור.....	119
פרק ד: גלים חד-ממדיים מחזוריים.....	127
פרק ה: תכונות של גלים דו-ממדיים והשוואתן לתכונות האור.....	135
פרק ו: עקיפה והתאבכות.....	145
פרק ז: מודל הגלים האלקטרומגנטיים של האור.....	161
פרק ח: המודל הדואלי של האור.....	166
מבחנים.....	175

פרק ב: המודל החלקיקי של האור

1. לא אפשר להסיק כי מסת חלקיקי האור קטנה מאוד.
2. חלקיקי האור נעים במהירות גדולה, לכן התעקמות מסלול תנועתם כתוצאה מכוח הכובד היא קטנה עד כדי כך שהיא אינה מורגשת.
3. שתי אלומות אור אשר נחתכות אינן משפיעות זו על זו כיוון שחלקיקי האור קטנים מאוד ביחס למרחקים ביניהם, לכן יש סיכוי נמוך מאוד להתנגשות בין חלקיק מאלומה אחת עם חלקיק מהאלומה האחרת (ועל ידי כך להשפעה הדדית).
4. נדון בחלקיקי אור הנפלטים מנקודה אחת של העצם שמפיץ אור ומוחזרים מן הקיר: כל חלקיק אור מוחזר מן הקיר על-פי חוקי ההחזרה, אולם כיוון שהקיר מחוספס, האנכים לקיר בנקודות השונות שבהן פוגעים חלקיקי האור אינם מקבילים זה לזה, לכן המשכי המסלולים שלאורכם מוחזרים החלקיקים אינם נחתכים בנקודה אחת, ולא נוצרת דמות.
5. כוח הפועל על חלקיקי אור העוברים מאוויר לזכוכית מצביע לעבר הזכוכית, בכיוון ניצב למשטח הגבול בין האוויר לזכוכית. כאשר אור עובר מאוויר לזכוכית בכיוון מאונך למשטח הגבול (כלומר כאשר זווית הפגיעה שווה לאפס) הכוח הפועל על החלקיקים במעבר מהאוויר לזכוכית פועל על החלקיקים בכיוון תנועתם לכן אינו משנה את כיוון תנועה זה.
6. כאשר אור עובר מזכוכית לאוויר בזווית פגיעה שונה מאפס, פועל על חלקיקי האור כוח לעבר הזכוכית (בכיוון ניצב למשטח הגבול המפריד בין הזכוכית לאוויר), וכוח זה גורם לכך שחלקיקי האור יתרחקו מן האנך, כמתואר באיור.



7. אפשר להסביר את התופעה על-פי המודל החלקיקי כך: לאזור שבקרבת הספקטרום מגיעים חלקיקי אור מסוג מסוים, כזה שאין אנו יכולים לראות בעזרתם. לכן לגבינו אזור זה הוא אפל. אבל חלקיקים אלה נושאים אנרגיה, וכאשר הם פוגעים בגוף, למשל במד-חום, הם מעלים את הטמפרטורה שלו.
8. מראה אידאלית אינה מתחממת כאשר היא חשופה לאור, כי כל חלקיקי האור הפוגעים בה מוחזרים ממנה; הם אינם מעבירים למראה אנרגיה לכן היא אינה מתחממת.
9. נניח כי אור מתפשט באוויר ופוגע במשטח גבול עם זכוכית. את ההחזרה של חלקיקי האור אפשר להסביר על-ידי כוח שהזכוכית מפעילה על החלקיקים **לעבר האוויר**. את המעבר של חלקיקי האור לתוך הזכוכית אפשר להסביר

על-ידי כוח שהזכוכית מפעילה על החלקיקים **לעבר הזכוכית**. אי אפשר להסביר שקיים גם כוח הפועל לעבר האוויר וגם כוח הפועל לעבר הזכוכית, בפרט לאור העובדה שאחוז האור המוחזר תלוי בזווית הפגיעה של האור במשטח הזכוכית.

10. א. כאשר מתרחשת תופעת הנפיצה של אור, האור הסגול משנה את כיוון התפשטותו במידה רבה מזו של האור האדום. כלומר קל יותר להסיט את חלקיקי האור הסגול מאשר את חלקיקי האור האדום. מכאן שחלקיקי האור הסגול, על-פי המודל החלקיקי, הם בעלי מסה קטנה מזו של חלקיקי האור האדום.
ב. כיוון שחלקיק של אור סגול סוטה יותר מחלקיק של אור אדום, ולשני סוגי החלקיקים אותה מסה, מהמודל החלקיקי של האור נובע כי על חלקיק אור סגול פועל כוח גדול יותר.

11. א. לתאוריה שני תפקידים:

(1) להסביר את העובדות הידועות.

(2) לנבא את תוצאותיהם של ניסויים או תצפיות שעדיין לא נערכו.

ב. אי אפשר להסיק מכך שהתאוריה נכונה. יתכן שתוצאות הניסוי הבא לא יעלו בקנה אחד עם התאוריה.

12. אחת הסיבות לכך שזנבו של כוכב שביט פונה מן השמש והלאה היא לחץ אור השמש על הזנב של כוכב השביט.

13. א. כאשר אור עובר מאוויר לחומר, על-פי המודל החלקיקי מתקיים הקשר:

$$n = \frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_n} = \frac{v_{\text{חומר}}}{c}$$

(ראה קשר (2) בפרק ב)

$$1.33 = \frac{v_{\text{מים}}}{300,000 \text{ km/s}} \Rightarrow v_{\text{מים}} \approx 400,000 \text{ km/s} \quad \text{לכן:}$$

ב. כאשר אור עובר מאוויר לחומר, על-פי התוצאות האמפיריות מתקיים הקשר:

$$v_{\text{חומר}} = \frac{c}{n}$$

(ראה קשר (4) בפרק ב)

$$v_{\text{מים}} = \frac{300,000 \text{ km/s}}{1.33} \approx 225,000 \text{ km/s} \quad \text{לכן:}$$

14. אי אפשר להסביר זאת על ידי חיכוך, כי אילו סיבת ההאטה היתה חיכוך אזי כאשר האור היה יוצא מן הזכוכית לאוויר - מהירותו באוויר לא היתה אמורה להיות גדולה מזו שבזכוכית, אבל ניסויים מראים כי מהירות האור באוויר, לאחר שהאור יוצא מן הזכוכית, חוזרת להיות שווה למהירות שהייתה לאור לפני הכנסו לזכוכית, דהיינו $300,000 \text{ km/s}$.