דוח מעבדה חוק סנל

רקע תיאורטי:

חוק סנל מתאר את הקשר הלינארי בין סינוסי זוויות השבירה וסינוסי זוויות הפגיעה. היחס ביניהם שווה ליחס מקדמי השבירה של התווכים שבהם הקרניים עוברות:

- מקדם השבירה של אוויר, קרוב מאוד ל-1 ולכן זניח.

- מקדם השבירה של פרספקס, אותו אנו מנסים לחשב.

- זווית הפגיעה בפרספקס.

- זווית השבירה בפרספקס.

לכן המשוואה החדשה היא:

ניתן לראות שזו משוואה לינארית שבה בציר ה-x יהיו ערכי וערכי ה- y יהיו .

שיפוע המשוואה הוא:

זווית קריטית היא כזאת שזווית הגדולה ממנה בגודל אינפיניטיסימלי לא תשבר, אלא תתרחש החזרה מלאה. זווית קריטית יכולה להתקיים רק כאשר קרן האור עוברת מתווך צפוף לתווך דליל, ולא להפך. בשביל למצוא את הזווית הקריטית נציב את זווית השבירה המקסימלית, ששווה 90° (:

– הזווית הקריטית, זווית הפגיעה באוויר מתוך הפרספקס.

- זווית השבירה באוויר.

כדי למצוא את הזווית הקריטית:

ומכיוון שזווית קריטית מוגדרת כאשר זווית השבירה שווה ל- 90°:

מהלך ניסוי א':

הניסוי התבצע ע"י מערכת של לייזר מונוכרומטי, דסקה מסתובבת שעליה סימוני זוויות, וחצי מעגל העשוי מפרספקס. תחילה, נכוון את קרן הלייזר ישירות למרכז חצי המעגל, כאשר הצד השטוח מופנה כלפי הלייזר. נרשום את זוויות הפגיעה וזוויות השבירה, כאשר אנו מסובבים את הדסקה ב-5° בכל פעם. כעת נסרטט גרף של זוויות השבירה() כפונקציה של זוויות הפגיעה():

|  |  |
| --- | --- |
| Θ1(°) | Θ2(°) |
| 0.0° | 0.0° |
| 5.0° | 3.5° |
| 10.0° | 7.0° |
| 15.0° | 10.0° |
| 20.0° | 13.5° |
| 25.0° | 17.0° |
| 30.0° | 20.0° |
| 35.0° | 23.0° |
| 40.0° | 26.0° |
| 45.0° | 28.5° |

אמנם הגרף הנ"ל נראה לינארי, אך תופעה זו מתרחשת מכיוון שפונקציית הסינוס מתחילה יחסית ישרה אך מתעקלת ככל שהערכים עולים. אם מרחב המדגם היה נרחב מספיק, (מדדנו רק עד 45°) היה ניתן לראות שהפונקצייה לא לינארית.

לפי חוק סנל, הקשר הלינארי מתרחש בין סינוסי הזוויות, ולא בין הזוויות עצמן, כפי שניתן לראות בגרף הבא, הממחיש פונקציה של סינוסי הזוויות:

|  |  |
| --- | --- |
| sin(Θ2) | sin(Θ1) |
| 0 | 0 |
| 0.06 | 0.09 |
| 0.12 | 0.17 |
| 0.17 | 0.26 |
| 0.23 | 0.34 |
| 0.29 | 0.42 |
| 0.34 | 0.5 |
| 0.39 | 0.57 |
| 0.44 | 0.64 |
| 0.48 | 0.7 |

כעת, ניתן לחשב את שיפוע הגרף, שהוא 1.455. לפי חוק סנל, זהו מקדם השבירה של הפרספקס.

(לגרף זה אין יחידות, מכיוון שסינוס מתאר יחס, וליחס אין יחידות.)

מהלך ניסוי ב':

|  |  |
| --- | --- |
| Θ1 | Θ2 |
| 00.0° | 00.0° |
| 05.0° | 08.5° |
| 10.0° | 15.0° |
| 15.0° | 23.0° |
| 20.0° | 31.0° |
| 25.0° | 40.5° |
| 30.0° | 49.0° |
| 35.0° | 59.0° |
| 40.0° | 73.5° |
| 42.0° | 90.0° |
|  |  |
| sin(Θ1) | sin(Θ2) |
| 0 | 0 |
| 0.09 | 0.15 |
| 0.17 | 0.26 |
| 0.26 | 0.39 |
| 0.34 | 0.52 |
| 0.42 | 0.65 |
| 0.5 | 0.75 |
| 0.57 | 0.86 |
| 0.64 | 0.96 |
| 0.67 | 1 |

ניסוי זה מתבצע בדומה לניסוי הקודם, אך בניסוי זה חצי הדסקה מונח באופן הפוך, כך שהצד המעוגל מופנה כלפי הלייזר. במצב שכזה קרן האור לא תישבר במעברה בין תווך האוויר לפרספקס, מכיוון שהקרן תמיד תהיה מאונכת למשיק, כלומר זווית הפגיעה תהיה אפס. לפי חוק סנל כאשר זווית הפגיעה היא 0° גם זווית השבירה תהיה 0° ולא תתרחש שבירה. הקרן תמשיך עד למרכז המעגל, ושם היא תישבר. כעת מתבצעת שבירה בין תווך צפוף ותווך דליל, וייתכן שתהיה החזרה מלאה. החזרה מלאה תתרחש אם הזווית הפגיעה תהיה גדולה מהזווית הקריטית.

(ניתן לראות שגם גרף  
זה, בדומה לגרף הזוויות   
בניסוי א', אינו לינארי.)

במשוואה זו מקדמי השבירה הפוכים ביחס למשוואה בתחילת הדו"ח. זאת מכיוון שקרן האור עוברת מפרספקס לאוויר(מקדם השבירה של הפרספקס ).

לפיכך, שיפוע הגרף שווה ל- והוא 1.49. ניתן להבחין בסטייה בין חישוב מקדם השבירה של הפרספקס בין ניסוי א' לניסוי ב'. סטייה זו נובעת מטעות אנוש במדידת הזוויות.

בגרף זה ניתן לראות ש-1 הוא הערך המקסימלי של הפונקצייה בגלל שסינוס לא יכול להיות גדול מ-1. לפיכך כאשר זווית Θ2 שווה 90° זווית הפגיעה היא הזווית הקריטית. לפי טבלת הזוויות, גודלה הוא 42°. לפי חישוב בעזרת חוק סנל, המשוואה המתארת זווית קריטית היא:

גודלה של כאשר מציבים את לפי ניסוי א' הוא 43.6°. ע"פ ניסוי ב' גודלה של הזווית הוא 42.155°.

סיכום ומסקנות:

בשביל לקבל תצוגה גרפית לחוק סנל קיימנו שני ניסויים. השתמשנו בחוק סנל כדי לחשב נתונים שונים, וחישבנו אותם בעזרת הגרפים שסרטטנו, ובעזרת חוק סנל.

בראשון בדקנו את מקדם השבירה של הפרספקס כאשר קרן עוברת מתווך דליל(אוויר) לתווך צפוף(פרספקס). בניסוי השני בדקנו את מקדם השבירה כאשר הקרן עברה מהתווך הצפוף לתווך הדליל. בניסוי השני היה ניתן להבחין באופן ברור בזווית הקריטית. בשל טעויות אנוש במדידת הזוויות, יש פער בין הממצאים בשני הניסויים.

שימושים:

שימוש חשוב בחוק סנל הוא בסיבים אופטיים שבהם מועבר מידע באמצעות קרני אור בעזרת תכונת ההחזרה. הקרניים עוברות בסיב, ומוחזרות מדפנותיו הלוך ושוב עד שמגיעות ליעדן. אם ידלפו קרני האור העוברות בסיבים יאבד מידע. לכן לחומר שממנו עשויים הסיבים יש מקדם שבירה גבוה יחסית, כך שהזווית הקריטית תהיה גבוהה, והסיכוי לאובדן מידע יהיה נמוך. 