เอกสารอ้างอิง

1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์, ภาควิชาฟิสิกส์. ฟิสิกส์ทั่วไป 1. ตอน 4 กรุงเทพฯ: ม.ป ป., 24.1-24.23

2. รัชนี รักวีรธรรม, ทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

3. Jenkins, F.A. and White, H.E. Fundamental of Optics. 4th ed. Kogakusha: McGraw-Hill Book Co., 1976.

4. Longhurst, R.S. Geometrical and Physical Optics. 2d ed. London: Longman, 1976.

5. Klein, M.V. Optics. New York: John Wiley and Sons, 1970.

6. Johnson, B.K. Optics and Optical Instruments. New York: Dover Publication, 1960.

7. Valasek, J. Introduction to Theoritical and Experimental Optics. New York: John Wiley and Sons, 1949.

8. Born, M. and Wolf, E. Principle of Optics. New York: Pergamon, 1965.

9. Ghatak, A. Optics. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 1977.

10. Subrahmanyam, N. and Lal, B. A Text Book of Optics. 9th ed. New Delhi: S. Chand and Company, 1977.

11. Padgham, C.A. Optics and Sound. 1st ed. London: Sir Isaac Pitman and Sons, 1955.

12. Hecht, E. and Zajac, A. Optics. New York : Addison-Wesley, 1974.

13. Candler, C. Modern Interferometers. London : Hilger and Watts, 1951.

14. Towne, D.H. Wave Phenomena. Cambridge, Mass. : Addison-Wesley, 1967.

15. Van Heel, A.C.S. Advance Optical Technique. Amsterdam: North-Holland publishing Co., 1967.

16. Welford, W.T. Optics. London : Oxford University Press, 1976.

17. Ingalls, A.G. Amateur Telescope Making. U.S.A. : Munn and Co., 1946.

18. Twyman, F. Prism and Lens Making. 2d ed. London: Hilger and Watts, 1957.

19. Kingslake, R. Applied Optics and Optical Engineering. Vol. 4 New York: Acadamic, 1965.

20. Strong , J. Procedures in Experimental Physics. 20th ed. Eaglewood Cliffs, N.J. : Practice-Hall, 1958.

21. Deve, C. Optical Workshop Principle. 2nd English ed. London: Hilger and Watts, 1954.

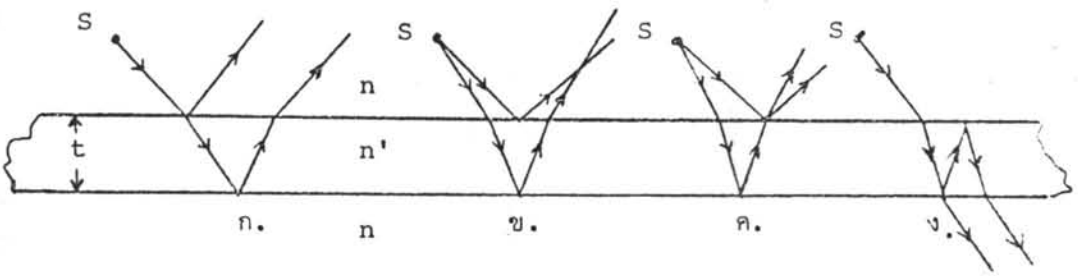
22. Imperial College , Applied Optics Section. A summer school for non-specialist in optics 17-28 July' 67. London: 1967

23. Martin, L.C. Technical Optics. Vol. 1 and Vol. 2, London: Pitman, 1958.

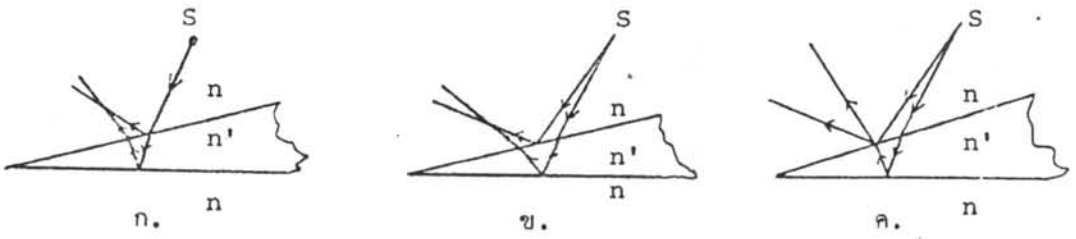
ภาคผนวก ก.

กฎโคไซน์ของการแทรกสอด[9]

ค่าของความต่างระยะทางทัศน์ (O.P.D. หรือ Δ) ของลำแสงสองลำแสงในกรณีการแทรกสอดแบบแบ่งอำพน เมื่อพิจารณากรณีเฉพาะคือเมื่อฟิล์มบาง ๆ แล้วสามารถพิสูจน์ได้ว่าค่าความต่างระยะทางทัศน์จะเท่ากันหมด ไม่ว่าจะเป็นฟิล์มขนานหรือไม่ขนานและไม่ว่าการแทรกสอดจะเกิดลักษณะอย่างไร[4, 5, 8, 9] ดังรูป ก. 1 และ



รูป ก. 1 ลักษณะการเกิดริ้วการแทรกสอดจากฟิล์มขนานบาง



รูป ก. 2 ลักษณะการเกิดริ้วการแทรกสอดจากฟิล์มไม่ขนานบาง

รูป ก. 2 ซึ่งจะได้ว่า $\Delta = 2n't\cos\theta'$ โดยที่ค่า n' คือดัชนีหักเหของฟิล์ม, t เป็นความหนาของฟิล์ม , θ' คือมุมหักเหในเนื้อฟิล์ม นี่คือกฎโคไซน์ของการแทรกสอด

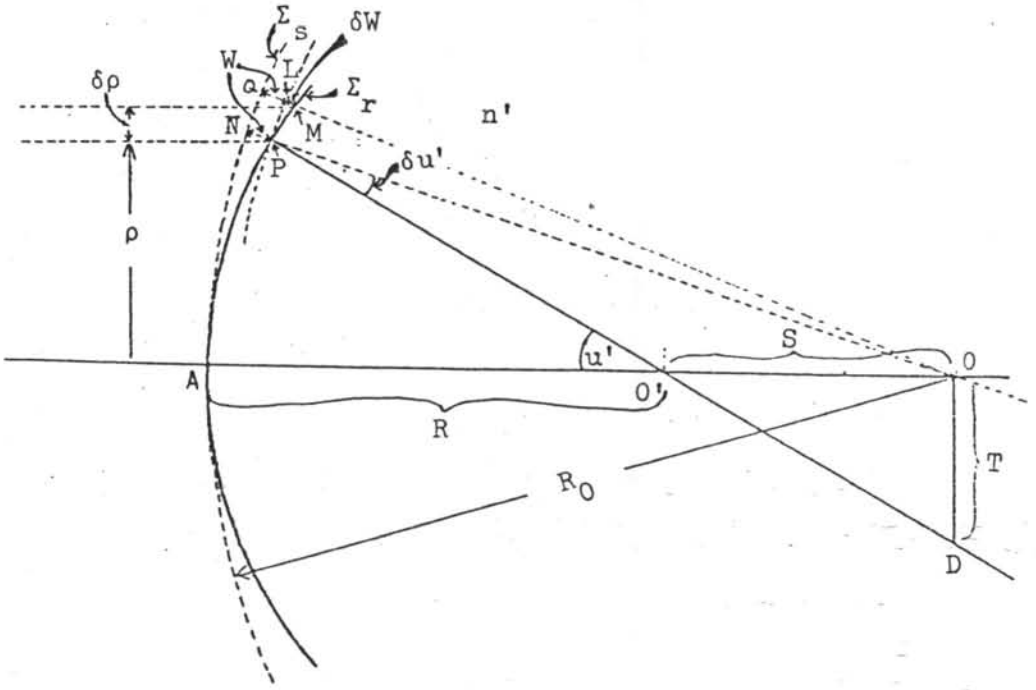
ภาคผนวก ข.

ความคลาดทรงกลม

กรณีที่วัตถุเป็นจุดอยู่ที่แกนมุขยสำคัญของเลนส์ ความคลาดที่ยังเหลืออยู่ คือ ความคลาดทรงกลม ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของความคลาดเชิงหน้าคลื่นได้[4] ดังนี้

$$W = {}_0W_{40}r^4 = {}_0W_{40}\left(\frac{\rho^4}{\rho^4_{max}}\right) \text{----------(ข-1)}$$

W คือความคลาดเชิงหน้าคลื่นที่เหลืออยู่ เมื่อวัตถุอยู่บนแกนมุขยสำคัญของเลนส์, ${}_0W_{40}$ คือ สัมประสิทธิ์ความคลาดทรงกลม, ρ คือ รัศมีของช่องขาออกของลำแล่ง (radius of the exit pupil), ρ_{max} คือ ค่าที่มากที่สุดของรัศมีของช่องขาออกของลำแล่ง, r คือ อัตราส่วนระหว่างรัศมีของช่องขาออกของลำแล่งกับค่าที่มากที่สุดของรัศมีของช่องขาออกของลำแล่ง ($r = \rho/\rho_{max}$)



รูป ข.1 ความคลาดทรงกลมเชิงหน้าคลื่นและความคลาดทรงกลมเชิงรังสี

จากรูป ข. 1 Σ_r คือหน้าคลื่นของแล่งที่หักเหออกจากระบบ (คือเลนส์), n' คือ ดัชนีหักเหของตัวกลางที่แล่งหักเหออกมา, O' คือจุดที่รังสีของแล่งจากหน้าคลื่น Σ_r ตัดแกนมุขยสำคัญ ซึ่งก็คือ

จุดศูนย์กลางของคลื่น Σ_r , u' คือมุมที่รังสีจากจุด P ที่หน้าคลื่น Σ_r ซึ่งส่งจากแกนมุขยสำคัญ ρ กระทำกับแกนมุขยสำคัญ , O คือจุดโฟกัสของรังสีใกล้แกนมุขยสำคัญ ซึ่งก็คือ จุดศูนย์กลางของหน้าคลื่นทรงกลมอ้างอิง Σ_s , S คือความคลาดทรงกลมตามยาว , T คือ ความคลาดทรงกลมตามขวาง , δu' คือความคลาดเชิงมุม , R_0 คือ รัศมีความโค้งของหน้าคลื่นทรงกลมอ้างอิง Σ_s , R คือรัศมีความโค้งของหน้าคลื่นทรงกลม Σ_r , จุด P และจุด M อยู่บนหน้าคลื่น Σ_r ซึ่งส่งจากแกนมุขยสำคัญมีระยะเป็น ρ และ ρ+δρ ตามลำดับ และกำหนดให้ ความคลาดหน้าคลื่นของหน้าคลื่น Σ_r ที่ตำแหน่งของจุด P และ M มีค่าเป็น W และ W + δW ตามลำดับซึ่งค่าความคลาดหน้าคลื่นนี้จะเป็นระยะทางทัศน์ ดังนั้นจากรูป ข. 1

$$PN = \frac{W}{n'},$$

และ $$QM = \left(\frac{W}{n'} + \frac{\delta W}{n'}\right) = (QL + LM) = (PN + LM)$$

ดังนั้น $$LM = \frac{\delta W}{n'}, \qquad \text{----------(ข-2)}$$

เนื่องจาก δρ มีค่าน้อยมาก อาจจะประมาณได้ว่า PM $\doteq$ δρ และ $L\hat{P}M \doteq \delta u'$ ดังนั้น[5]

$$\delta u' = \frac{LM}{PM} = \frac{\frac{\delta W}{n'}}{\delta \rho} = \frac{1}{n'} \cdot \frac{\delta W}{\delta \rho} \doteq \frac{1}{n} \cdot \frac{\partial W}{\partial \rho} \qquad \text{-------(ข-3)}$$

กรณีที่รัศมีของช่องขาออกของลำแสง(ρ) มีค่าน้อย ความคลาดทรงกลมตามขวาง อาจเขียนค่าโดยประมาณได้เป็น[5]

$$T \doteq R_0\, \delta u' = R_0 \left(\frac{1}{n'} \cdot \frac{\delta W}{\delta \rho}\right)$$

แทนค่าของ W จาก สมการ (ข-1) จะได้ว่า

$$T \doteq \frac{4R_0({}_0W_{40})}{n'\ \rho_{max}^4} \cdot \rho^3 = \frac{4\ R_0 \cdot R^3 \cdot ({}_0W_{40})}{n' \cdot \rho_{max}^4} \cdot \frac{\rho^3}{R^3} \qquad \text{-----(ข-4)}$$

กรณีที่รัศมีของช่องขาออกของลำแสง (ρ) มีค่าน้อย $\frac{\rho}{R} \doteq \sin u' \doteq \tan u' \doteq u'$ ถ้าพิจารณาว่า $\frac{\rho}{R} \doteq \tan u'$ จะได้ว่า

$$T \doteq \frac{4R_0 . R^3 ({}_0W_{40})}{n' \rho_{max}^4} . \tan^3 u' = A . \tan^3 u' \quad \text{----(ข-5)}$$

โดยที่ $A = \frac{4R_0 . R^3 ({}_0W_{40})}{n' \rho_{max}^4}$

จากรูป ข.1 จะเห็นได้ว่า ความคลาดทรงกลมตามยาว (S) มีค่า

$$S = \frac{T}{\tan u'} \doteq A \tan^2 u' \quad \text{-----(ข-6)}$$

ซึ่งสมการ (ข-6) นี้ ได้นำไปใช้ในตอน 4.4.2.3 ของบทที่ 3

กรณีที่รัศมีของช่องขาออกของลำแสง (ρ) มีค่าน้อย ถ้าหากพิจารณาว่า $\frac{\rho}{R} \doteq \frac{\rho}{R_0} \doteq u'$ สมการ (ข-4) สามารถเขียนได้เป็น

$$T \doteq \frac{R^3 . R_0 . ({}_0W_{40})}{n' . \rho_{max}^4} . \frac{\rho^3}{R^3} \doteq \frac{R^3 . R_0 . ({}_0W_{40})}{n' . \rho_{max}^4} . u'^3$$

เทอมขวามือสุด เอา $\frac{\rho^4}{\rho^4}$ คูณแล้วจัดรูปใหม่จะได้

$$T \doteq \frac{4({}_0W_{40})}{n'} . \frac{\rho^4}{\rho_{max}^4} . \frac{R^3 . R_0}{\rho^4} . u'^3 \doteq \frac{4({}_0W_{40}) r^4}{n'u'}$$

โดยที่ $\frac{\rho}{\rho_{max}} = r$ และ $u' \doteq \frac{\rho}{R} \doteq \frac{\rho}{R_0}$ แต่จากสมการ (ข-1) ได้ว่า $W = {}_0W_{40} r^4$ ดังนั้น

$$T \doteq \frac{4W}{nu'}$$

เนื่องจากค่าที่มากที่สุดของ W [คือค่าความคลาด W เมื่อรัศมีของช่องขาออกของลำแสงมีค่ามากที่สุด ($\rho = \rho_{max}$)] $= {}_0W_{40} = \frac{1}{8} S_I$ โดยที่ S_I คือผลรวมของไซเดิล ของความคลาดทรงกลม ดังนั้น ความคลาดทรงกลมตามขวาง ที่มากที่สุด

$$T \doteq \frac{S_I}{2n'u'} \quad \text{----------(ข-7)}$$

จากรูป (ข.1) ถ้าคิดเครื่องหมายของปริมาณต่าง ๆ ในสมการ (ข-7) จะได้ว่า ความคลาดทรงกลมตามขวาง (T) มีเครื่องหมายลบ ความคลาดเชิงหน้าคลื่นที่มากที่สุด ($W = \frac{1}{8} S_I$) จะมีเครื่องหมายบวก และ u' มีเครื่องหมายบวก เมื่อแทนเครื่องหมายลงในสมการ (ข-7) จะได้ว่า

$$T \doteq -\frac{S_I}{2n'u'} \qquad \text{----------(ข-8)}$$

สมการ (ข-8) เป็นสมการของความคลาดทรงกลมตามขวาง ซึ่งคิดเครื่องหมายของ S_I, T และ u' ด้วย จากการพิจารณาสมการ (ข-8) T จะมีเครื่องหมายลบหรือบวกก็ได้ ขึ้นกับเครื่องหมาย S_I และ u' จะเหมือนกันหรือไม่ กล่าวคือ ถ้า S_I และ u'มีเครื่องหมายเหมือนกัน T จะมีเครื่องหมายลบ แต่ถ้า S_I และ u'มีเครื่องหมายต่างกัน T จะมีเครื่องหมายบวก

จากรูป ข.1 ความคลาดทรงกลมตามยาว S อาจเขียนได้เป็น

$$S \doteq \frac{T}{u'} \qquad \text{----------(ข-9)}$$

แทนค่าสมการ (ข-7) ในสมการ (ข-9) จะได้ ความคลาดทรงกลมตามยาวที่มากที่สุด

$$S \doteq \frac{S_I}{2n'u'^2} \qquad \text{----------(ข-10)}$$

จากรูป (ข.1) ถ้าคิดเครื่องหมายของปริมาณต่าง ๆในสมการ (ข-10) จะได้ว่า ความคลาดทรงกลมตามยาว (S) มีเครื่องหมายลบ ความคลาดทรงกลมเชิงหน้าคลื่นที่มากที่สุด ($W = \frac{1}{8} S_I$) มีเครื่องหมายบวก และ u' มีเครื่องหมายบวก เมื่อแทนลงใน สมการ (ข-10) จะได้ว่า

$$S \doteq -\frac{S_I}{2n'u'^2} \qquad \text{----------(ข-11)}$$

สมการ (ข-11) เป็นสมการของความคลาดทรงกลมตามยาว ซึ่งคิดเครื่องหมายของ S_I ,L และ u' ด้วย จากการพิจารณาสมการ (ข-11) S จะมีเครื่องหมายบวกหรือลบ ขึ้นกับเครื่องหมายของ S_I เท่านั้น เพราะเครื่องหมายของ u' จะเป็นบวกหรือลบก็ตาม เครื่องหมายของ u'^2 ในสมการ (ข-11) จะเป็นบวกเสมอ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ความคลาดทรงกลมตามยาว มีเครื่องหมายตรงข้ามกับความคลาดทรงกลมเชิงหน้าคลื่น

ประวัติ

นายสยาม ยูถิ่น เกิดวันที่ 2 สิงหาคม 2497 ที่ตำบลบ้านแพรก อำเภอบ้านแพรก จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จบการศึกษาขั้นปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปี 2518 ปี 2519 ทำงานในตำแหน่งวิทยากรประจำ สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี 2520 ได้รับทุนการศึกษาตามโครงการพัฒนามหาวิทยาลัย สาขาวิชาฟิสิกส์