เอกสารอ้างอิง

1. Johnson, B.K. Optics and Optical Instruments. New York: Dover Publications, 1960.

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

3. Martin, L. C. An Introduction to Applied Optics. London: Sir Isaac Pitman & Sons, 1932.

4. Longhurst, R. S. Geometrical and Physical Optics. 2d ed. London: Longman, 1967.

5. Monk, G. S. Light Principles and Experiments. New York: McGraw-Hill Book Co., 1937.

6. Padgham, C. A. Optics and Sound. London: Sir Isaac Pitman & Sons, 1955.

7. Conrady, A. E. Applied Optics and Optical Design. New York: Dover Publications, 1957.

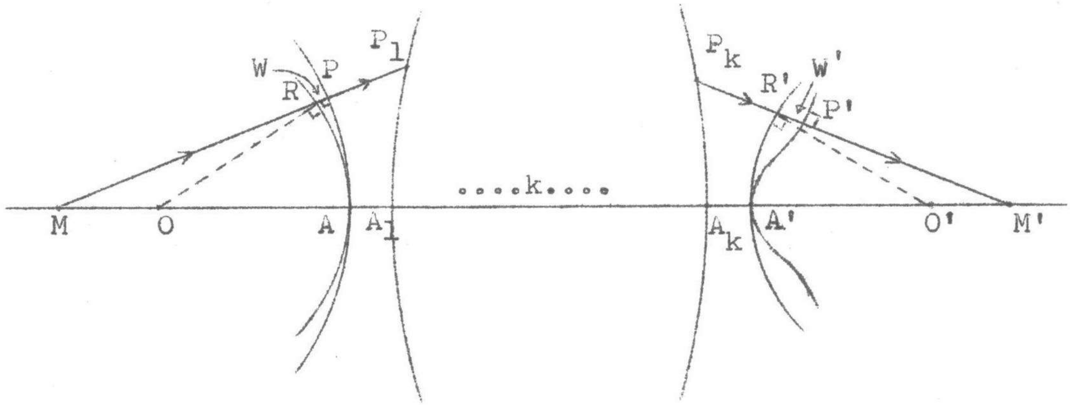
8. Strong, J. Procedures in Experimental Physics. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1938.

9. Valasek, J. Introduction to Theoretical and Experimental Optics. New York: John Wiley & Sons, 1949.

10. Mohanty, J. C., and Mishra, D. K. University Practical Physics. Ludhiana, Delhi: Kalyani Publishers, 1975.

ภาคผนวก

เมื่อให้แสงผ่านระบบทัศนศาสตร์ ดังรูปที่ ผ. 1 โดยมี



รูปที่ ผ. 1

W เป็น ความคลาดเชิงหน้าคลื่นของรังสีตกกระทบ

W' เป็น ความคลาดเชิงหน้าคลื่นของรังสีที่หักเหผ่านระบบทัศนศาสตร์ออกมา

เพราะฉะนั้น ความคลาดของระบบทัศนศาสตร์ใด ๆ = $\delta W = W'-W = [R'P'] - [RP]$

เมื่อพิจารณาจากทางเดินเชิงทัศนศาสตร์ของแสงได้ว่า

ทางเดินเชิงทัศนศาสตร์จาก A ถึง A' = ทางเดินเชิงทัศนศาสตร์ของแสง จาก P ถึง P'

นั่นคือ $[AA_1+\ldots+A_kA'] = -[RP]+[RP_1+\ldots+P_kR']+[R'P']$

$$[R'P']-[RP] = [AA_1+\ldots+A_kA'] - [RP_1+\ldots+P_kR']$$

ถ้ามีผิวโค้งเพียงหนึ่งผิว จะได้ว่า

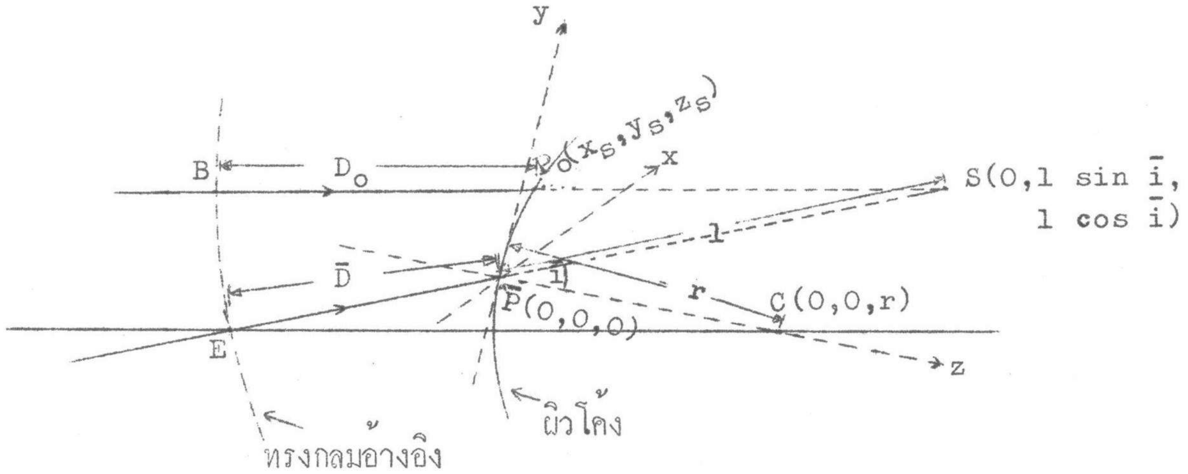
$$\delta W = n(AA_1)-n'(A_1A')-n(RP_1)+n'(P_1R')$$

$$= n'(P_1R'-A_1A') - n(RP_1-AA_1)$$

ให้ $AA_1 = \bar{D}$, $RP_1 = D$, $A_1A' = \bar{D}'$, $P_1R' = D'$

$$\delta W = n'(D'-\bar{D}')-n(D-\bar{D}) = \Delta n(D-\bar{D}) \qquad (\text{ผ. } 1)$$

พิจารณาผิวโค้งเดี่ยวในรูปที่ ผ.2 ซึ่งมีจุด $\bar{P}$ เป็นขั้วของผิว รังสีที่ตกกระทบผิวโค้ง



รูปที่ ผ. 2

เสมือนกับมาจากจุด S ดังนั้น S ทำหน้าที่เป็นวัตถุของผิวโค้ง รังสีมุขสำคัญที่ผ่านจุด $\bar{P}$ จะทำมุมตก $\bar{i}$

เส้นโค้งประเป็นทรงกลมอ้างอิง (reference sphere) ที่มี S เป็นจุดศูนย์กลาง รังสีมุขสำคัญจะตัดทรงกลมอ้างอิงที่จุด E ระยะจาก E ถึง $\bar{P}$ เท่ากับ $\bar{D}$ ส่วนรังสีเส้นบนตัดทรงกลมอ้างอิงที่จุด B และตัดผิวโค้งที่จุด P_o ระยะ BP_o เท่ากับ D_o

เมื่อ S เป็นจุดศูนย์กลางของทรงกลมอ้างอิง BE จะได้ BS = ES

ตั้งแกนระบบคาร์ทีเซียนที่จุด $\bar{P}$ โคออร์ดิเนตของจุด $\bar{P}$ จะเป็น $\bar{P}(0, 0, 0)$ และของจุด P_o เป็น $P_o\ (x_s, y_s, z_s)$

ให้ $\bar{P}C = r$ และ $\bar{P}S = 1$

จากสมการ (ผ.1) ความคลาดของระบบทัศนศาสตร์ $\delta W = \Delta n(D_o - \bar{D})$

จากรูปที่ ผ. 2 $D_o - \bar{D} = BS - P_oS - ES + \bar{P}S$

$$= \bar{P}S - P_oS$$

$$n(D_o - \bar{D}) = n\left[\bar{P}S - P_oS\right] = n\left[1 - p_oS\right]$$

จากรูปที่ ผ. 2 $(P_oS)^2 = x_s^2 + (y_s - 1 \sin \bar{i})^2 + (z_s - 1 \cos \bar{i})^2$

$$(P_oS)^2 = (x_s^2+y_s^2+z_s^2)+1^2-2\left\{y_s 1 \sin \bar{i}+z_s 1 \cos \bar{i}\right\}$$

จากสมการของผิวโค้งได้ว่า

$$x_s^2+y_s^2+(z_s-r)^2 = r^2$$

$$x_s^2+y_s^2+z_s^2 = 2rz_s$$

จากรูป $x_s^2+y_s^2+z_s^2 = (\bar{P}P_o)^2$

เพราะฉะนั้น $2z_s = \dfrac{(\bar{P}P_o)^2}{r}$

$$(P_oS)^2 = (\bar{P}P_o)^2+1^2-2y_s 1 \sin \bar{i}-\frac{(\bar{P}P_o)^2}{r}1 \cos \bar{i}$$

$$= 1^2\left[1-\frac{1}{1}\left\{(\bar{P}P_o)^2\left(\frac{\cos \bar{i}}{r} - \frac{1}{1}\right)+2y_s \sin \bar{i}\right\}\right]$$

$$(P_oS) = 1\left[1-\frac{1}{1}\left\{(\bar{P}P_o)^2\left(\frac{\cos \bar{i}}{r} - \frac{1}{1}\right)+2y_s \sin \bar{i}\right\}\right]^{1/2}$$

$$= 1\left[1-\frac{1}{21}\left\{(\bar{P}P_o)^2\left(\frac{\cos \bar{i}}{r} - \frac{1}{1}\right) + 2y_s \sin \bar{i}\right\}\right.$$

$$\frac{-1}{81^2}\left\{(\bar{P}P_o)^2\left(\frac{\cos \bar{i}}{r} - \frac{1}{1}\right) + 2y_s \sin \bar{i}\right\}^2$$

$$-\frac{1}{161^3}\left\{(\bar{P}P_o)^2\left(\frac{\cos \bar{i}}{r} - \frac{1}{1}\right) + 2y_s \sin \bar{i}\right\}^3$$

$$\left. - \cdots \right]$$

$$1 - (P_oS) = (\bar{P}S)-(P_oS) = \frac{1}{2}\left\{(\bar{P}P_o)^2(\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}) + 2y_s\sin\bar{i}\right\}$$
$$+ \frac{1}{8l}\left\{(\bar{P}P_o)^2(\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}) + 2y_s\sin\bar{i}\right\}^2$$
$$+ \frac{1}{16l^2}\left\{(\bar{P}P_o)^2(\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}) + 2y_s\sin\bar{i}\right\}^3$$

$$(\bar{P}S) - (P_oS) = D_o - \bar{D}$$

เพราะฉะนั้น $$\Delta n(D_o-\bar{D}) = \frac{1}{2}\left\{(\bar{P}P_o)^2\ \Delta n\ (\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}) + 2y_s(\Delta n\sin\bar{i})\right\}$$
$$+ \frac{1}{8nl}\left\{(\bar{P}P_o)^2\ \Delta n(\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}) + 2y_s(\Delta n\sin\bar{i})\right\}^2$$
$$+ \ldots \qquad (ผ.\ 2)$$

จากกฎของการหักเห

$$\frac{n'}{l'} - \frac{n}{l} = \frac{n'\cos\bar{i}' - n\cos\bar{i}}{r}$$

$$n'\left\{\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l'}\right\} - n\left\{\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}\right\} = 0$$

นั่นคือ $$\Delta n\left\{\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}\right\} = 0$$

จากกฎของสเนล $$n'\sin\bar{i}' = n\sin\bar{i}$$

$$n'\sin\bar{i}' - n\sin\bar{i} = 0$$

เพราะฉะนั้น $$\Delta n\sin\bar{i} = 0$$

สมการ (ผ. 2) จะเหลือเป็น

$$\Delta n(D_o-\bar{D}) = \frac{1}{8nl}\left\{(\bar{P}P_o)^2\Delta n\ (\frac{\cos\bar{i}}{r} - \frac{1}{l}) + 2y_s(\Delta n\sin\bar{i})\right\}^2 + \ldots$$
$$= \frac{1}{8}\frac{h_s^2}{nl}\left\{\left(\frac{\bar{P}P_o}{h_s}\right)^2\Delta n\left(\frac{h_s\cos\bar{i}}{r} - \frac{h_s}{l}\right) + \frac{2y_s}{h_s}(\Delta n\sin\bar{i}\right\}^2$$
$$+ \ldots$$

โดยที่ h_s เป็นรัศมีของช่องเปิด

$$\text{จาก} \quad n'\left(\frac{h_s \cos \bar{i}'}{r} - \frac{h_s}{l'}\right) = n\left(\frac{h_s \cos \bar{i}}{r} - \frac{h_s}{l}\right) = A_s$$

$$\text{และ} \quad n' \sin \bar{i}' = n \sin \bar{i} = B_s$$

$$\text{เพราะฉะนั้น} \quad \Delta n(D_o-\bar{D}) = \frac{1}{8}\left\{\left(\frac{\bar{P}P_o}{h_s}\right)^2 A_s + \frac{2y_s}{h_s} B_s\right\}^2 h_s\Delta\left(\frac{u_s}{n}\right) + \ldots$$

$$= \frac{1}{8}\left\{\left(\frac{\bar{P}P_o}{h_s}\right)^4 A_s^2 + 4\left(\frac{\bar{P}P_o}{h_s}\right)^2 \left(\frac{y_s}{h_s}\right) A_s B_s + 4\left(\frac{y_s}{h_s}\right)^2 B_s^2\right\} h_s\Delta\left(\frac{u_s}{n}\right) + \ldots\ldots$$

$$= \frac{1}{8} A_s^2 h_s\Delta\left(\frac{u_s}{n}\right)\left(\frac{\bar{P}P_o}{h_s}\right)^4 + \frac{1}{2} A_s B_s h_s\Delta\left(\frac{u_s}{n}\right)\left(\frac{\bar{P}P_o}{h_s}\right)^2\left(\frac{y_s}{h_s}\right) + \frac{1}{2} B_s^2 h_s\Delta\left(\frac{u_s}{n}\right)\left(\frac{y_s}{h_s}\right)^2 + \ldots \qquad (\text{ผ. } 3)$$

จะเห็นได้ว่าเทอมแรกในสมการ (ผ. 3) คือ ความคลาดทรงกลม และเทอมสอง คือ โคมา โดยที่ $\left(\frac{\bar{P}P_o}{h_s}\right) = r$ และ $\left(\frac{y_s}{h_s}\right) = \sigma r \cos \phi$

นั่นคือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความคลาดทรงกลม $_0W_{40} = \frac{1}{8}A_s^2 h_s \Delta \left(\frac{u_s}{n}\right)$

$$= \frac{1}{8} S_I$$

$$\text{โดยที่} \quad S_I = A_s^2 h_s \Delta \left(\frac{u_s}{n}\right)$$

และค่าสัมประสิทธิ์ของโคมา $_1W_{31} = \frac{1}{2} A_s B_s h_s \Delta \left(\frac{u_s}{n}\right)$

$$= \frac{1}{2} S_{II}$$

$$\text{โดยที่} \quad S_{II} = A_s B_s h_s \Delta \left(\frac{u_s}{n}\right)$$

ประวัติ

ชื่อ นายชาคร วิภูษณวนิช

การศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2516

ทุนการศึกษา โครงการพัฒนามหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2517-2519