

บทที่ 3

เครื่องมือพื้นฐานทางดาราศาสตร์

3.1 ความนำ

ก่อนศตวรรษที่ 17 การสังเกตทางดาราศาสตร์อาศัยตาเปล่า และเครื่องกลช่วยในการวัดมุม ต่อมาในประเทศฮอลแลนด์ได้มีผู้ประดิษฐ์กล้องส่องทางไกลขึ้น จากนั้นในปี ค.ศ.1609 กาลิเลโอ กาลิเลอี ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ดูดาวขึ้นเป็นครั้งแรก นับเป็นการเปลี่ยนแปลงวงการดาราศาสตร์ที่สำคัญยิ่ง จนมาถึงปลายศตวรรษที่ 19 ภาพวัตถุท้องฟ้าจากกล้องโทรทรรศน์จึงถูกบันทึกได้บนกระจกอบน้ำยาถ่ายภาพ และเพียงไม่กี่สิบปีมานี้เองที่เครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาแทนที่ฟิล์ม ปัจจุบันด้วยกล้องถ่ายภาพระบบดิจิทัลที่มีอยู่ทั่วไปในท้องตลาดช่วยให้การถ่ายภาพจากกล้องโทรทรรศน์สะดวกมากขึ้น ทุกวันนี้นักดาราศาสตร์ได้ขยายขอบเขตของการสังเกตไปสู่ความยาวคลื่นอื่น ๆ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า นับตั้งแต่ความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดย่านรังสีแกมมาถึงช่วงที่ยาวที่สุดของคลื่นวิทยุ

3.2 หลักการกล้องโทรทรรศน์ ทั้งชนิดหักเห และสะท้อนแสง

3.2.1 หน้าที่ของกล้องโทรทรรศน์

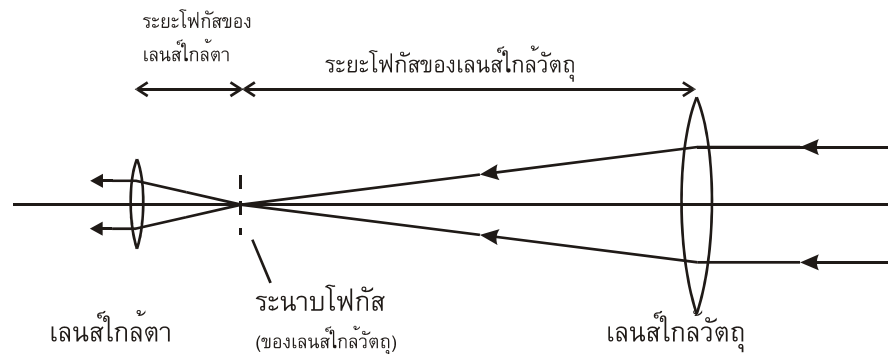
สำหรับผู้สังเกตบนโลกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านแสงที่เห็นได้ด้วยตาเปล่าสะดวกที่จะศึกษาด้วยกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้อุปกรณ์ทัศนศาสตร์ โดยทำหน้าที่ที่สำคัญ 3 อย่าง คือ

- สะสมแสงจากวัตถุท้องฟ้า เพื่อให้ศึกษาแหล่งกำเนิดคลื่นที่มีแสงน้อยได้
- ทำหน้าที่เพิ่มขนาดปรากฏเชิงมุมของวัตถุ และเพิ่มกำลังแยกภาพ
- ใช้วัดตำแหน่งของวัตถุท้องฟ้า

หน้าที่ผิวของกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ในการรวบรวมแสงมีทั้งที่เป็นเลนส์และกระจก ทำให้แบ่งชนิดของกล้องโทรทรรศน์ได้เป็นสองชนิดคือ กล้องหักเหแสง (refractors) และ กล้องสะท้อนแสง (reflectors)

กล้องโทรทรรศน์ทั้งสองชนิดนี้มีหลักการของทางเดินแสงเช่นเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 3-1 คือ มีเลนส์ใกล้วัตถุทำหน้าที่รับแสงดาวแล้วรวมแสงนั้นให้เกิดภาพที่ระนาบโฟกัส เลนส์นี้จะเป็นเลนส์นูน ในกล้องหักเหแสง แต่จะเป็นกระจกเว้าในกล้องสะท้อนแสง ภาพที่เกิดขึ้น

สามารถขยายให้เห็นรายละเอียดได้ด้วยเลนส์ใกล้ตา โดยที่ระยะระหว่างเลนส์ใกล้ตาและระนาบโฟกัสสามารถปรับได้เพื่อให้ได้ภาพชัดเจน

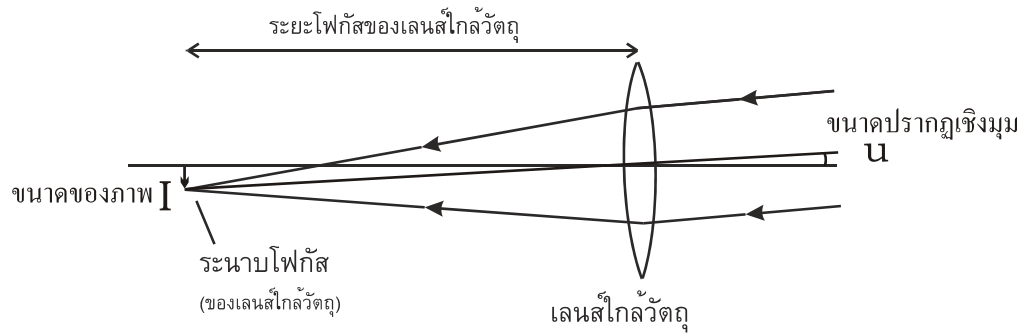


ภาพที่ 3-1 แสดงทางเดินแสงผ่านระบบทัศนูปกรณ์ของกล้องโทรทรรศน์

3.2.2 คุณสมบัติของกล้องโทรทรรศน์ที่ควรรู้

(1) ค่า f/n โดยที่ n คืออัตราส่วนระหว่างความยาวโฟกัสของกล้อง ต่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของกล้องนั้น อัตราส่วนนี้บ่งถึงความไวในการสะสมแสงของกล้องโทรทรรศน์ ถ้าค่าอัตราส่วนมีค่าน้อย เช่น $f/1...f/3$ จะเรียกว่าเป็นกล้องที่มีความไวแสงสูง แต่โดยทั่วไปกล้องมักจะมีค่าความไวแสงต่ำกว่านี้เช่น $f/8...f/15$ เป็นต้น

(2) ขนาดของภาพ (I) ที่เกิดตรงระนาบโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ จะมีค่าเท่ากับ $ftanu$ โดยที่ f คือความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ u คือขนาดปรากฏเชิงมุมของวัตถุท้องฟ้า ขนาดของภาพที่ปรากฏตรงระนาบโฟกัสนี้สามารถบันทึกได้ด้วยกล้องถ่ายภาพ และถ้านำเลนส์ใกล้ตามาขยายก็จะเห็นภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น เช่นขณะที่ใช้ส่องดูดาวดวงจันทร์ หรือดาวเคราะห์ แต่สำหรับกรณีดาวฤกษ์ ขนาดปรากฏเชิงมุมของดาวฤกษ์มีขนาดเล็กเกินไปที่จะขยายให้เห็นใหญ่ขึ้นมาได้ (หมายเหตุ: ขนาดปรากฏเชิงมุม ไม่ใช่ขนาดจริงของวัตถุที่เห็น แต่เป็นเพียงขนาดที่ปรากฏต่อสายตา หรือภาพถ่าย วัตถุออกมาในหน่วยค่าของมุม เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์มีค่าประมาณครึ่งองศา หรือ 30 ลิปดา ตัวอย่างเช่นทดลองวัดโดยการยืดแขนไปจนสุด แล้วใช้นิ้วชี้ขยับขึ้นบังดวงจันทร์ จะพบว่าขนาดความกว้างของนิ้วชี้สามารถบังดวงจันทร์ได้ถึงสองดวง เนื่องจากขนาดความกว้างของนิ้วชี้เมื่อมองห่างที่ระยะหนึ่งช่วงแขนของแต่ละคนจะทำมุมไม่ได้ถึงหนึ่งองศาโดยเฉลี่ย)



ภาพที่ 3-3 แสดงทางเดินแสงและขนาดปรากฏเชิงมุมของวัตถุท้องฟ้า

(3) กำลังขยายของภาพเมื่อส่องผ่านกล้องโทรทรรศน์ มีค่าเท่ากับ ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ หารด้วย ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา ดังนั้นจะเห็นว่าสามารถเปลี่ยนกำลังขยายได้ถ้าเปลี่ยนความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา แต่ในทางปฏิบัติ กำลังขยายที่จะให้รายละเอียดของภาพได้เต็มที่คือมีค่าประมาณเท่ากับค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางหน้ากล้องในหน่วยมิลลิเมตร เช่นกล้องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร กำลังขยายสูงสุดที่ดีคือ 60 เท่า ถ้ามากกว่านี้ก็ใช้ได้แต่จะไม่ช่วยให้เห็นรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น และผลของบรรยากาศก็จะทำให้คุณภาพของภาพที่เห็นด้อยลงได้

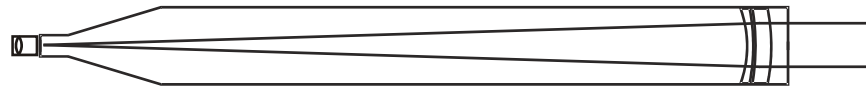
3.2.3 ความคลาดของอุปกรณ์ทัศนศาสตร์ ที่สำคัญ

(1) ความคลาดทรงกลม (spherical aberration) ในกรณีเลนส์ใกล้วัตถุมีผิวโค้งเป็นทรงกลม จะทำให้แสงที่มาจากขอบบริเวณขอบกล้องจะมีจุดโฟกัสต่างไปจากจุดโฟกัสของแสงที่ตกบริเวณกลางกล้อง ทำให้ภาพที่เห็นไม่คมชัด วิธีแก้ไขคือเพิ่มความยาวโฟกัสเมื่อเทียบกับขนาดหน้ากล้อง หรือ ทำให้ค่า f/n มากขึ้น

(2) ความคลาดรงค์ (chromatic aberration) จะเกิดขึ้นกับกล้องระบบหักเหแสง เนื่องจากแสงสีขาวประกอบด้วยคลื่นแสงสีต่าง ๆ การหักเหของคลื่นเหล่านี้ผ่านเลนส์จะมีค่าต่างกันทำให้จุดโฟกัสของแต่ละสีเป็นคนละตำแหน่ง ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ภาพเกิดสีรุ้ง วิธีแก้ไขจะทำได้ยาก แต่อาจปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นโดยใช้เลนส์ประกอบมากกว่าหนึ่งชิ้นขึ้นไป ทำจากเนื้อแก้วต่างชนิดกันเพื่อให้ตำแหน่งสุดท้ายของลำแสงทุกสีมารวมกันที่จุดเดียว

3.2.4 กล้องโทรทรรศน์ชนิดต่างๆ

กล้องหักเหแสง ใช้เลนส์เป็นที่รวบรวมแสง กล้องขนาดเล็กจะเป็นระบบนี้ แม้จะใช้เลนส์ประกอบ แต่ก็ยังคงมีผลของความคลาดรังสีสูง ส่วนกล้องขนาดใหญ่และคุณภาพดีจะมีราคาแพงมาก

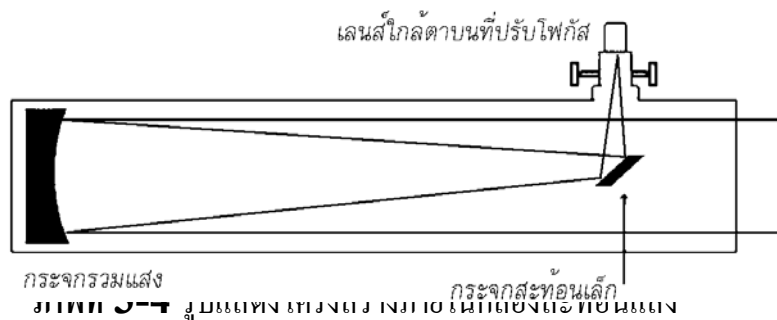


เลนส์ใกล้ตา

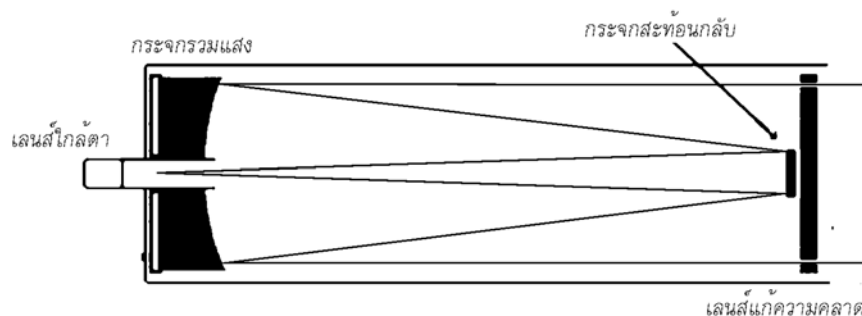
เลนส์ใกล้วัตถุ

ภาพที่ 3-3 รูปแสดงโครงสร้างภายในกล้องหักเหแสง

กล้องสะท้อนแสง ใช้กระจกเป็นตัวรวมแสง ก่อนสะท้อนออกสู่เลนส์ใกล้ตาทางด้านข้างหรือด้านท้ายกล้อง การใช้กระจกทำให้ไม่มีผลของความคลาดรังสี กล้องขนาดใหญ่สร้างได้ในราคาถูกกว่ากล้องหักเหแสงแต่เนื่องจากมีกระจกเล็กใช้สะท้อนแสงบังหน้ากล้องบางส่วนทำให้ภาพลดความคมชัดได้บ้าง



นอกจากนี้ยังมีกล้องสะท้อนแสงที่มีการนำเลนส์แก้ความคลาดเคลื่อนมาใช้ เพื่อการใช้งานที่สะดวกขึ้นและทำให้ได้คุณภาพของภาพที่ดี แม้เรื่องความคมชัดยังคงด้อยกว่ากล้องหักเหแสงที่คุณภาพดีที่สุดอยู่ แต่ก็ได้รับความนิยมสูงด้วยคุณภาพโดยรวมที่ดีและราคาปานกลาง

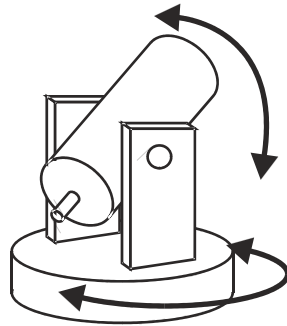


ภาพที่ 3-5 รูปแสดงโครงสร้างภายในกล้องสะท้อนแสง

3.2.5 ฐานกล้องโทรทรรศน์

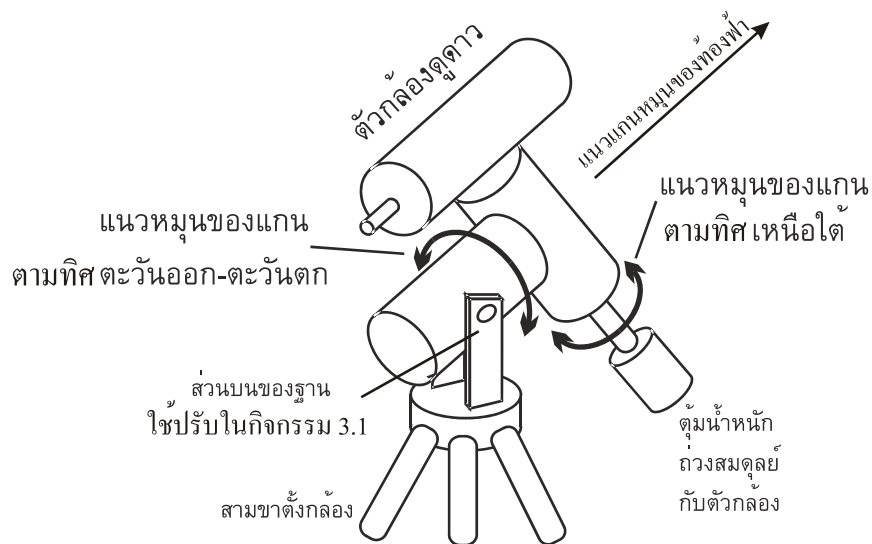
อุปกรณ์ทางทัศนศาสตร์ของกล้องโทรทรรศน์เป็นส่วนสำคัญของกล้องโทรทรรศน์ แต่สิ่งสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ฐานตั้งกล้อง เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลกทำให้ดาวมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ผู้สังเกตต้องอาศัยฐานตั้งกล้องตามดาวที่สังเกตนั้น ฐานตั้งกล้องแบ่งได้สองชนิดคือ

(1) ฐานระบบขอบฟ้า มีแกนหมุนได้ในแนวนอนและแนวตั้งตามระบบพิกัดขอบฟ้า ง่ายต่อการสร้างแต่ระบบควบคุมการเคลื่อนที่จะซับซ้อนถ้าต้องการตามดาวให้พอดีตลอดเวลา เนื่องจากมีการเปลี่ยนตำแหน่งทั้งสองแกน ด้วยอัตราที่ไม่คงที่



ภาพที่ 3-6 แสดงฐานระบบขอบฟ้า และแนวการหมุน

(2) ฐานระบบศูนย์สูตร มีแกนหมุนสองแกนตามระบบพิกัดศูนย์สูตร ทำให้หมุนกลิ้งเลียนแบบการขึ้นตกของดาวจริงในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งเป็นแกนของค่าไรต์แอสเซนชัน แกนนี้จะหมุนตามดาวด้วยอัตราเท่ากับการหมุนรอบตัวเองของโลก ส่วนอีกแกนใช้สำหรับชี้ตำแหน่งดาวที่มีค่าเดคลิเนชัน(ในแนวทิศเหนือ-ใต้)ที่ต้องการเท่านั้น เมื่อชี้ดาวได้แล้วแกนนี้ไม่จำเป็นต้องหมุนจนกว่าจะเปลี่ยนชี้ที่ดาวดวงใหม่ ทำให้ฐานระบบศูนย์สูตรไม่ยุ่งยากในระบบควบคุมการเคลื่อนที่เพราะมีการหมุนตลอดเวลาแกนเดียว แต่ก่อนใช้งานต้อง ตั้งแกนไรต์แอสเซนชันให้ขนานกับแกนหมุนของท้องฟ้าก่อนเพื่อให้สอดคล้องกับทิศตะวันออก-ตะวันตก



ภาพที่ 3-7 แสดงฐานระบบศูนย์สูตร และแนวการหมุน

3.3 ฝึกตั้งกล้องและประกอบกล้องโทรทรรศน์

กล้องโทรทรรศน์โดยทั่วไปในส่วนที่เป็นอุปกรณ์ทางทัศนศาสตร์เมื่อถูกผลิตขึ้นมาแล้ว ถ้าไม่มีการกระทบกระเทือนจนกระทั่งแนวทางเดินของแสงเปลี่ยนไปก็ไม่จำเป็นต้องปรับแต่งใดๆ เมื่อประกอบเข้ากับฐานสามารถนำไปใช้งานได้ทันที

กิจกรรม 3.1 ฝึกตั้งกล้องและประกอบกล้องโทรทรรศน์

ศึกษาการหมุนของแกนทั้งสองของฐานกล้องโทรทรรศน์ และอุปกรณ์ควบคุมการหมุน รวมทั้งอุปกรณ์การปรับระดับหรือการวางตัวอื่นๆ ของฐานกล้องตั้งกล้องโทรทรรศน์พร้อมใช้งาน ภาคสนามในเวลากลางวัน ในกรณีฐานแบบขอบฟ้าควรตั้งฐานให้ได้ระดับไม่เอนเอียง และศึกษา ทิศต่าง ๆ ตรงบริเวณที่ทำการสังเกตแต่ในกรณีฐานแบบศูนย์สูตรต้องตั้งแกนตะวันออกตะวันตก ให้ขนานกับแกนหมุนของโลก การตั้งแกนอย่างง่ายที่สุดคืออาศัยดาวเหนือ ควรใช้กำลังขยายน้อย ที่สุดในการเล็ง หรือใช้กล้องเล็งขนาดเล็กที่อาจติดอยู่ข้าง ๆ กล้องใหญ่ (ในกรณีมีกล้องเล็งขนาดเล็ก ต้องทำการปรับกล้องเล็งให้ขนานกับกล้องใหญ่ก่อนตามวิธีที่เขียนไว้ในหมายเหตุท้ายหัวข้อนี้) จากนั้นตั้งขาตั้งให้ได้ระดับ หมุนแกนเหนือใต้ให้กล้องชี้ไปทางทิศเหนือแล้วปรับความเอียงของ ส่วนบนของฐานให้ได้มุมเงยเท่ากับค่าเส้นรุ้งของตำบลที่ทำการสังเกต เมื่อส่องผ่านเลนส์ใกล้ตา ของกล้องเล็งควรจะเป็นดาวเหนือปรากฏอยู่ที่ใดที่หนึ่งในช่องมองภาพนั้น จากนั้นปรับให้ส่วนบน ของฐานหมุนไปทางซ้ายหรือขวามานานกับพื้นดิน และปรับมุมเงยของส่วนบนของฐานนี้ด้วยถ้า จำเป็น เพื่อให้ภาพดาวเหนือมาปรากฏอยู่บริเวณกลางช่องมองภาพของกล้องเล็ง วิธีนี้เป็นวิธีปรับ แบบพอใช้งานได้ จากนั้นก็สามารถชี้ดาวที่ต้องการ และปรับแกนตะวันออกตะวันตกให้หมุนตาม ดาวได้อย่างสอดคล้องกับการหมุนของโลก

หมายเหตุ : การปรับกล้องเล็งให้ขนานกับกล้องใหญ่ เริ่มจากเล็งกล้องใหญ่ไปที่วัตถุที่เห็นได้ง่าย เช่นดวงจันทร์ หรือยอดสิ่งก่อสร้างที่อยู่ระยะไกล เลือกตำแหน่งวัตถุให้แน่นอน เช่นหลุมบนดวง จันทร์ หรือยอดเสาอากาศเป็นต้น จากนั้นปรับปุ่มบังคับตัวกล้องเล็กให้ชี้ไปที่เดียวกับกล้องใหญ่ ทำให้กล้องเล็งพร้อมใช้งานสำหรับเล็งวัตถุอื่นๆก่อนใช้กล้องใหญ่

คำถาม ฐานกล้องที่เป็นระบบขอบฟ้าจะปรับให้ใช้งานเป็นฐานระบบศูนย์สูตรได้หรือไม่?

3.4 สร้างกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย

กล้องโทรทรรศน์แบบง่ายที่สุดประกอบจากเลนส์ใกล้วัตถุ 1 ชิ้น และเลนส์ใกล้ตา 1 ชิ้น คุณภาพของเลนส์จะขึ้นกับราคา กระจกที่ใช้ประกอบเลนส์ทำได้จากทั้งท่อประปาสำเร็จรูป และท่อโลหะ ควรเลือกให้เหมาะสมกับราคาและคุณภาพของเลนส์

กิจกรรม 3.2 สร้างกล้องโทรทรรศน์อย่างง่าย

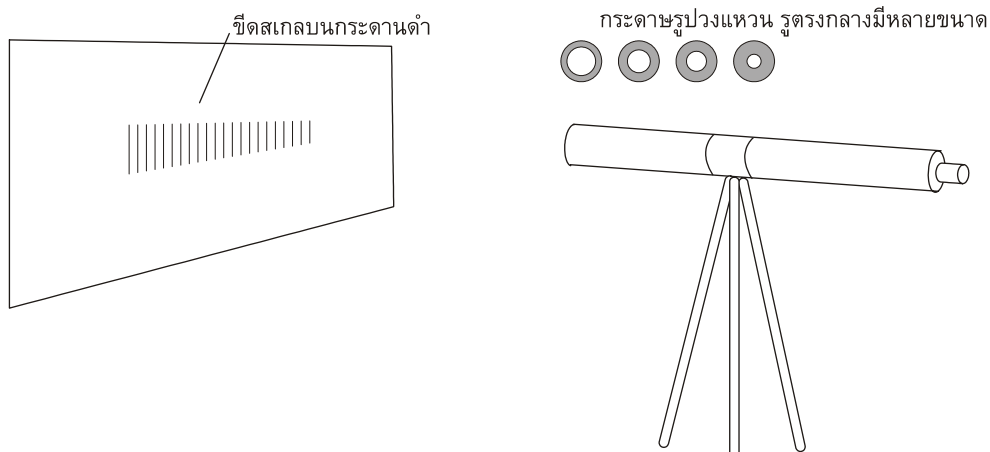
ตอนที่ 1

(1.1) ก่อนลงมือทำตัวประกอบกล้องควรตรวจสอบความยาวโฟกัสทุกครั้ง อาจวัดในห้องโดยการวัดระยะวัตถุและระยะภาพแล้วคำนวณหาความยาว โฟกัส หรือวัดด้วยภาพดวงอาทิตย์ซึ่งจะเห็นระยะโฟกัสได้ชัดเจน โดยการนำไปปรับภาพดวงอาทิตย์ซึ่งถือว่าเป็นแสงขนานเข้าสู่เลนส์ ภาพจุดสว่างที่ตกบนฉากรับภาพ (ห้ามใช้ตาเปล่าส่องดวงอาทิตย์โดยตรง) เมื่อได้ขนาดเล็กที่สุดจะเป็นตำแหน่งของระนาบโฟกัสที่ต้องการ

(1.2) จากนั้นประกอบเลนส์เข้ากับท่อที่ตัดตามความยาวโฟกัส ในส่วนของเลนส์ใกล้ตาให้อยู่ในท่อขนาดเล็กที่สามารถเลื่อนเข้าออกจากระยะโฟกัสของ เลนส์ใกล้วัตถุได้

(1.3) สร้างฐานที่มั่นคงเพื่อยึดกล้องโทรทรรศน์ที่สร้างขึ้น ฐานแบบระบบขอบฟ้าจะ สร้างได้ง่าย

(1.4) ทดสอบผลของความคลาดทรงกลม จัดเครื่องมือดังรูป เพื่อใช้กล้องส่องสเกลที่เขียนบนกระดาษดำตัดกระดาษรูปวงแหวน ที่มีรูตรงกลางหลายขนาด จากนั้นนำมาบังหน้าเลนส์ทีละอัน สังเกตผลที่เกิดขึ้น อันใดเหมาะสมที่สุด สำหรับความชัดเจนของภาพและความสว่างที่ยอมรับได้



ภาพที่ 3-8 การจัดเครื่องมือเพื่อดูผลความคลาดทรงกลม

ตอนที่ 2 สังเกตวัตถุท้องฟ้าจริง เช่นดวงจันทร์

(2.1) เล็งกล้องไปที่ดวงจันทร์ แล้วถอดเลนส์ใกล้ตาออก นำกระดาษขาวมาเป็นฉากรับภาพของดวงจันทร์ เลื่อนกระดาษเข้าออกตามแนวกล้องจนได้ภาพคมชัดที่สุด แล้ววัดขนาดที่ปรากฏเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากข้อ 2.2 (ถ้าเป็นวันที่ดวงจันทร์เต็มดวงจะเห็นได้ชัดเจน) ถ้าเปลี่ยนฉากรับภาพเป็นกล้องถ่ายภาพก็จะสามารถบันทึกภาพดวงจันทร์ได้





(2.2) ใส่เลนส์ใกล้ตาแล้วปรับโฟกัสให้ชัด สังเกตขนาดของดวงจันทร์ที่ใหญ่ขึ้นเป็นกี่เท่าเมื่อเทียบกับขนาดของภาพดวงจันทร์บนกระดาษ ภาพที่ขยายนี้เป็นผลจากกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตาและถ้าเทียบกับขนาดของดวงจันทร์ที่มองด้วยตาเปล่า จะต่างกันกี่เท่า ซึ่งจะเป็นผลของกำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ทั้งระบบ

(2.3) เส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ที่ส่องผ่านกล้องเป็นกี่ส่วนของมุมมองทั้งหมดที่เห็นได้จากกล้องโทรทรรศน์นี้ ผลที่ได้ใช้คำนวณหามุมมองของกล้องโทรทรรศน์ เนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปรากฏของดวงจันทร์มีค่าประมาณ 30 ลิปดา

(2.4) วาดภาพดวงจันทร์ที่เห็นได้จากกล้องโทรทรรศน์ เน้นรายละเอียดของหลุมบนดวงจันทร์ที่เล็กที่สุดที่เห็นได้ นำไปเทียบกับแผนที่ดวงจันทร์เพื่อคำนวณหาขนาดของหลุมที่เล็กที่สุดที่เห็นได้ในหน่วยกิโลเมตร (ดวงจันทร์ขึ้นกี่ค่าจะเห็นรายละเอียดของหลุมได้ดีที่สุด)

(2.5) ในกรณีที่มีกล้องสองตา ลองทำการสังเกตเช่นเดียวกับการใช้กล้องโทรทรรศน์ และสังเกตว่ากล้องสองตาให้ความแตกต่างจากกล้องโทรทรรศน์อย่างไรบ้าง ซึ่งมีทั้งข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบ

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ)ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

