

หลักสูตรอบรมนักเรียนค่ายดาราศาสตร์โอลิมปิก  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น  
ปรับปรุงตามมติที่ประชุมกรรมการสาขาวิชาดาราศาสตร์  
เมื่อวันเสาร์ที่ 11 มีนาคม 2566  
โรงแรมแมนดาริน แมเนจ บาย เซ็นเตอร์ พ้อยท์ กรุงเทพฯ  
\*\*\*\*\*

ค่ายที่ 1  
ไม่ต่ำกว่า 70 ชั่วโมง

ภาคทฤษฎี

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
<b>1. ฟิสิกส์และคณิตศาสตร์เบื้องต้นสำหรับดาราศาสตร์</b>		<b>9</b>
1.1 ตรีโกณมิติ ลอการิทึม เรขาคณิต ฟังก์ชันต่าง ๆ พีชคณิต เลขนัยสำคัญ	สามารถนำคณิตศาสตร์เบื้องต้นไปแก้ปัญหาดาราศาสตร์ได้	
1.2 เวกเตอร์ กลศาสตร์: กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน งานและพลังงาน โมเมนตัม และโมเมนตัมเชิงมุมเบื้องต้น	นำกฎการเคลื่อนที่ไปอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในเอกภพ และรู้จักกฎของเคปเลอร์	
1.3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัม	รู้จักการแผ่รังสีของวัตถุดำ สเปกตรัมต่อเนื่อง เส้นแผ่รังสี และเส้นดูดกลืน	
1.4 ความร้อนและกฎของก๊าซ	รู้จักการถ่ายเทความร้อน สมดุลความร้อน กฎของก๊าซ	
<b>2. ทรงกลมท้องฟ้า และพิกัด</b>		<b>10</b>
2.1 มิติของเอกภพ	รู้จักมิติของเอกภพ สเกลเวลา และสเกลระยะทาง	
ระบบภูมิศาสตร์โลก	ละติจูด ลองจิจูด	
2.2 ระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า และทิศ	เข้าใจระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า จุดต่างๆ ที่สำคัญในระบบพิกัด	
2.3 การหมุนของโลกรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ เส้นสุริยวิถี Analemma	เข้าใจความสัมพันธ์ของการหมุนและการโคจรของโลกกับรูปแบบของ Analemma	
2.4 ระบบเส้นศูนย์สูตรฟ้า	เข้าใจระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้า จุดต่างๆ ที่สำคัญในระบบพิกัด	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
2.5 ระบบเส้นสุริยวิถี	รู้จักระบบพิกัดเส้นสุริยวิถี ความสัมพันธ์กับระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้า	
2.6 ระบบกาแลกติก	รู้จักระบบพิกัดกาแลกติก ความสัมพันธ์กับระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้า	
<b>3. เวลาและปฏิทิน</b>		<b>3.5</b>
3.1 เวลาท้องถิ่น เวลามาตรฐานสากล เวลาดาราคติ	รู้จักเวลาแบบต่าง ๆ การแปลงระหว่างเวลาแบบต่าง ๆ	
3.2 ปฏิทินจูเลียน ปฏิทินเกรกอเรียน	เข้าใจการกำหนดปฏิทินสากล	
3.3 การเปลี่ยนจำนวนวันจูเลียนกับวันที่ในปฏิทิน	สามารถแปลงค่าระหว่างวันจูเลียนกับวันที่ได้	
3.4 การเปลี่ยนชั่วโมง นาที วินาที เป็นทศนิยม ชั่วโมง	สามารถแปลงหน่วยของเวลาได้	
<b>4. ชนิดของวัตถุท้องฟ้า และสมบัติจากการสังเกตการณ์</b>		<b>3.5</b>
4.1 ตำแหน่งปรากฏของวัตถุชนิดต่างๆ	รู้จักตำแหน่งปรากฏของดาวฤกษ์บนท้องฟ้า สองมิติ การแบ่งพื้นที่บนท้องฟ้าเป็นกลุ่มดาว กลุ่มดาวจักราศี การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุชนิดต่าง ๆ	
4.2 ชนิดของวัตถุท้องฟ้า	รู้จักลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันของวัตถุในระบบสุริยะ และวัตถุนอกระบบสุริยะ	
4.3 สมบัติที่สังเกตเห็นได้ของวัตถุท้องฟ้า	สามารถหาค่าพารัลแลกซ์และระยะทาง ความสว่าง โชติมาตร ความเร็ว ของวัตถุท้องฟ้า ได้	
<b>5. ระบบสุริยะ</b>		<b>7</b>
5.1 การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์และดาวเคราะห์	เข้าใจตำแหน่ง Elongation และความสัมพันธ์กับลักษณะปรากฏของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ เข้าใจที่มาของ retrograde motion สามารถคำนวณคาบสุริยะคติ และคาบดาราคติของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ได้ เข้าใจการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง และอุปราคา	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
5.2 การโคจรของดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง	รู้จักวงโคจรของดาวเคราะห์น้อยและดาวหางแบบต่าง ๆ รู้จักที่มาของปรากฏการณ์ดาวตก และฝนดาวตก	
5.3 ดวงอาทิตย์	รู้จักสมบัติกายภาพของดวงอาทิตย์ รูปแบบการหมุนรอบตัวเอง และปรากฏการณ์ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์	
5.4 ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	รู้จักดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	
<b>6. ดาวฤกษ์</b>		<b>7</b>
6.1 ลักษณะปรากฏของดาวฤกษ์	เข้าใจโชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวฤกษ์ สีของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของดาว ตามกฎการแผ่รังสีของวัตถุดำ	
6.2 ชนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์	รู้จักดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัมต่าง ๆ HR Diagram และวัตถุตามวิวัฒนาการของดาวฤกษ์	
6.3 กระบวนการนิวเคลียร์ภายในดาวฤกษ์	รู้จักกระบวนการนิวเคลียร์ภายในของดาวฤกษ์ตามลำดับชั้น และพลังงานและอนุภาคต่าง ๆ ที่เป็นผลลัพธ์จากกระบวนการเหล่านี้	
<b>7. เอกภพวิทยา</b>		<b>7</b>
7.1 กาแล็กซี	รู้จักกาแล็กซีชนิดต่างๆ ตามการจำแนกของฮับเบิล รู้จักส่วนต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก	
7.2 กฎของฮับเบิล	รู้จักกฎของฮับเบิล ความหมายของค่าตัวของฮับเบิล และการเลื่อนทางสีแดง	
7.3 กำเนิดของเอกภพ	รู้จักกำเนิดของเอกภพ การระเบิดใหญ่ และรังสีไมโครเวฟเบื้องหลัง	
<b>8. เครื่องมือทางดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ</b>		<b>7</b>
8.1 กล้องโทรทรรศน์	รู้จักกล้องโทรทรรศน์แบบต่าง ๆ และหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แสง	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	สามารถคำนวณค่ากำลังขยาย กำลังแยก ความสว่างปรากฏ ของกล้องโทรทรรศน์ แสงได้ รู้จักหลักการทำงานของอุปกรณ์บันทึก และสเปกโตรกราฟ	
8.2 ยานอวกาศและดาวเทียม	รู้จักหลักการส่งยานอวกาศ ความเร็วหลุด พ้น รู้จักวงโคจรของดาวเทียมแบบต่าง ๆ	

### ภาคปฏิบัติการ

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
9. การวิเคราะห์ข้อมูลทางดาราศาสตร์		7
9.1 กราฟ	สามารถสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของ ข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ได้	
10. การฝึกสังเกตการณ์ภาคกลางคืน		9
10.1 แผนที่ดาว	สามารถใช้แผนที่ดาวแบบกระดาษและ โปรแกรมแผนที่ดาว เพื่อหาวัตถุท้องฟ้าได้	
10.2 กล้องโทรทรรศน์	สามารถใช้กล้องโทรทรรศน์ในการหาวัตถุ ท้องฟ้าได้	

หลักสูตรอบรมนักเรียนค่ายดาราศาสตร์โอลิมปิก  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น  
ปรับปรุงตามมติที่ประชุมกรรมการสาขาวิชาดาราศาสตร์  
เมื่อวันเสาร์ที่ 11 มีนาคม 2566  
โรงแรมแมนดาริน แมนเจ บาย เซ็นเตอร์ พ้อยท์ กรุงเทพฯ

ค่ายที่ 2  
ไม่ต่ำกว่า 90 ชั่วโมง

ข้อความที่ขีดเส้นใต้คือส่วนที่เพิ่มมาจากค่าย 1

ภาคทฤษฎี

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
<b>1. ฟิสิกส์และคณิตศาสตร์เบื้องต้นสำหรับดาราศาสตร์</b>		<b>10.5</b>
1.1 ทรีโกณมิติ ลอการิทึม เรขาคณิต พังกัซัน ต่าง ๆ พีชคณิต เลขนัยสำคัญ	สามารถนำคณิตศาสตร์เบื้องต้นไปแก้ปัญหาทางดาราศาสตร์ได้	
1.2 เวกเตอร์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน งาน และพลังงาน	นำกฎการเคลื่อนที่ไปอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในเอกภพ และเข้าใจกฎของเคปเลอร์	
1.3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัม	เข้าใจการแผ่รังสีของวัตถุดำ และการคำนวณค่าความยาวคลื่นของเส้นแผ่รังสีและเส้นดูดกลืน	
1.4 ความร้อนและกฎของก๊าซ	เข้าใจกระบวนการการถ่ายเทความร้อน สมดุลความร้อน กฎของก๊าซ	
<b>2. ทรงกลมท้องฟ้า และพิกัด</b>		<b>10.5</b>
2.1 มิติของเอกภพ	รู้จักมิติของเอกภพ สเกลเวลา และสเกลระยะทาง	
2.2 ระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า และทิศ	เข้าใจระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า จุดต่างๆ ที่สำคัญในระบบพิกัด การหาระยะห่างเชิงมุมระหว่างตำแหน่งบนท้องฟ้า	
2.3 การหมุนของโลกรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ เส้นสุริยวิถี Analemma สมการเวลา	เข้าใจความสัมพันธ์ของการหมุนและการโคจรของโลกกับรูปแบบของ Analemma สามารถคำนวณเวลาที่ท้องคืนได้	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
2.4 ระบบเส้นศูนย์สูตรฟ้า	เข้าใจระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้า จุดต่างๆ ที่สำคัญในระบบพิกัด สามารถแปลงค่าพิกัดระหว่างระบบพิกัดเส้นขอบฟ้าและระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้าได้ สามารถหาระยะห่างเชิงมุมระหว่างตำแหน่งบนท้องฟ้าได้	
2.5 ระบบเส้นสุริยวิถี	รู้จักระบบพิกัดเส้นสุริยวิถี ความสัมพันธ์กับระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้า	
2.6 ระบบกาแลคติก	รู้จักระบบพิกัดกาแลคติก ความสัมพันธ์กับระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้า	
<b>3. เวลาและปฏิทิน</b>		<b>3.5</b>
3.1 เวลาท้องถิ่น เวลามาตรฐานสากล เวลาดาราคติ <u>เวลาอีเพมเมอร์ริส</u>	เข้าใจเวลาแบบต่าง ๆ การแปลงเวลาแบบต่าง ๆ สามารถแปลงเวลาดาราคติเป็นเวลามาตรฐานสากลได้	
3.2 ปฏิทินจูเลียน ปฏิทินเกรกอเรียน	เข้าใจการกำหนดปฏิทินสากล	
3.3 การเปลี่ยนจำนวนวันจูเลียนเป็นวันที่ในปฏิทิน	สามารถแปลงวันจูเลียนเป็นวันที่ได้	
3.4 การเปลี่ยนชั่วโมง นาที วินาที เป็นทศนิยม ชั่วโมง	สามารถแปลงหน่วยของเวลาได้	
<b>4. ชนิดของวัตถุท้องฟ้า และสมบัติจากการสังเกตการณ์</b>		<b>3.5</b>
4.1 ตำแหน่งปรากฏของวัตถุชนิดต่างๆ	รู้จักกลุ่มดาว 88 กลุ่ม การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุชนิดต่าง ๆ	
4.2 ชนิดของวัตถุท้องฟ้า	รู้จักชนิดของวัตถุท้องฟ้า (ดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ระบบดาว กระจุกดาว กาแล็กซี สสารระหว่างดาวฤกษ์)	
4.3 สมบัติที่สังเกตเห็นได้ของวัตถุท้องฟ้า	สามารถหาค่าพารัลแลกซ์และระยะทาง ความสว่าง โชติมาตร ความเร็ว ของวัตถุท้องฟ้า ได้	
<b>5. ระบบสุริยะ</b>		<b>10.5</b>

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
5.1 การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงจันทร์และดาวเคราะห์	เข้าใจตำแหน่ง Elongation ของดาวเคราะห์ สามารถคำนวณเวลาที่ดาวเคราะห์จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งปรากฏต่าง ๆ ได้ เข้าใจที่มาของ retrograde motion สามารถคำนวณคาบสุริยุคติ และคาบดาราคติของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ได้	
5.2 การโคจรของดาวเคราะห์น้อยและดาวหาง	จำแนกดาวเคราะห์น้อยและดาวหางแบบต่าง ๆ ตามรูปแบบวงโคจร	
5.3 ดวงอาทิตย์	รู้จักสมบัติกายภาพของดวงอาทิตย์ รูปแบบการหมุนรอบตัวเอง และปรากฏการณ์ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์	
5.4 ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	รู้จักดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ และวิธีค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	
<b>6. ดาวฤกษ์</b>		<b>10.5</b>
6.1 ลักษณะปรากฏของดาวฤกษ์	เข้าใจโชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวฤกษ์ สีของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของดาว ตามกฎการแผ่รังสีของวัตถุดำ <u>ความเร็วในแนวเล็งและการเคลื่อนที่เฉพาะ (proper motion) ของดาวฤกษ์</u>	
6.2 ชนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์	เข้าใจดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัมต่าง ๆ HR Diagram และวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ (ดาวฤกษ์ก่อนแถบบรรจบหลัก ดาวฤกษ์ในแถบบรรจบหลัก ดาวยักษ์ ซุปเปอร์โนวา ดาวแคระขาว ดาวนิวตรอน หลุมดำ)	
6.3 กระบวนการนิวเคลียร์ภายในดาวฤกษ์	เข้าใจกระบวนการนิวเคลียร์ภายในของดาวฤกษ์ตามลำดับชั้น และพลังงานและอนุภาคต่าง ๆ ที่เป็นผลลัพธ์จากกระบวนการเหล่านี้	
6.4 ระบบดาวคู่และการสังเกตการณ์	รู้จักระบบดาวคู่ชนิดต่าง ๆ ตามวิธีสังเกตการณ์	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	สามารถหาค่ามวลของดาวคู่ชนิดมองเห็นแยกกัน (Visual binary) ได้	
6.5 กระจุกดาว	รู้จักกระจุกดาวเปิด และกระจุกดาวทรงกลม  เข้าใจการหาอายุของกระจุกดาวจาก HR Diagram	
7. เอกภพวิทยา		7
7.1 กาแล็กซี	รู้จักกาแล็กซีชนิดต่างๆ ตามการจำแนกของฮับเบิล  รู้จักส่วนต่าง ๆ ของกาแล็กซีทางช้างเผือก	
7.2 กฎของฮับเบิล	รู้จักกฎของฮับเบิล ความหมายของค่าตัวของฮับเบิล และการเลื่อนทางสีแดง	
7.3 กำเนิดของเอกภพ	รู้จักกำเนิดของเอกภพ การระเบิดใหญ่ และรังสีไมโครเวฟเบื้องหลัง	
8. เครื่องมือทางดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ		7
8.1 กล้องโทรทรรศน์	รู้จักกล้องโทรทรรศน์แบบต่าง ๆ และหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แสง สามารถคำนวณค่ากำลังขยาย กำลังแยก ความสว่างปรากฏ ของกล้องโทรทรรศน์แสงได้  รู้จักหลักการทำงานของอุปกรณ์บันทึกและสเปกโตรกราฟ  รู้จักการศึกษาดาราศาสตร์ด้วยความยาวคลื่นอื่น ๆ (Multi-wavelength astronomy) และสารอื่น (Multi-messenger astronomy)	
8.2 ยานอวกาศและดาวเทียม	เข้าใจหลักการส่งยานอวกาศ  สามารถคำนวณหาความเร็วหลุดพ้นบนวัตถุอื่น ๆ ได้	



หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	รู้จักวงโคจรของดาวเทียมแบบต่าง ๆ	

ภาคปฏิบัติการ

9. การวิเคราะห์ข้อมูลทางดาราศาสตร์		13.5
9.1 ความไม่แน่นอนในการวัด	สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน ความไม่แน่นอน และเลขนัยสำคัญ จากข้อมูลได้	
9.2 กราฟ	สามารถสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ได้	
10. การฝึกสังเกตการณ์ภาคกลางคืน		13.5
10.1 แผนที่ดาว	สามารถใช้แผนที่ดาวแบบกระดาษและโปรแกรมแผนที่ดาว เพื่อหาวัตถุท้องฟ้าได้	
10.2 กล้องโทรทรรศน์	ตั้งกล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้ในการหาวัตถุท้องฟ้าได้	

หลักสูตรอบรมนักเรียนค่ายดาราศาสตร์โอลิมปิก  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย  
ปรับปรุงตามมติที่ประชุมกรรมการสาขาวิชาดาราศาสตร์  
เมื่อวันเสาร์ที่ 11 มีนาคม 2566  
โรงแรมแมนดาริน แมเนจ บาย เซ็นเตอร์ พ้อยท์ กรุงเทพฯ

ค่ายที่ 1  
ไม่ต่ำกว่า 70 ชั่วโมง

ภาคทฤษฎี

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
<b>1. ฟิสิกส์และแคลคูลัสเบื้องต้นสำหรับดาราศาสตร์</b>		<b>10.5</b>
1.1 ทรีโกณมิติ ลอการิทึม เรขาคณิต พังก์ชันต่าง ๆ พีชคณิต เลขนัยสำคัญ	สามารถนำคณิตศาสตร์เบื้องต้นไปประยุกต์ในแก้ปัญหาทางดาราศาสตร์ได้	
1.2 หลักพื้นฐานของวิชาแคลคูลัส	รู้จักการหาอนุพันธ์ การหาปริพันธ์ และการใช้ผลเฉลยของการแก้สมการอนุพันธ์เบื้องต้น	
1.3 กลศาสตร์	นำกฎการเคลื่อนที่ไปอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในเอกภพ รู้จักแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน กฎของเคปเลอร์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน รู้จักการเคลื่อนที่เป็นวงกลมและการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก	
1.4 ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า	รู้จักหลักการพื้นฐานทางแม่เหล็กไฟฟ้า รู้จักสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแผ่รังสีของวัตถุดำ สเปกตรัมต่อเนื่อง เส้นแผ่รังสี และเส้นดูดกลืน เข้าใจปรากฏการณ์ดอปเปลอร์	
1.5 อุณหพลศาสตร์	เข้าใจสมดุลทางอุณหพลศาสตร์ การถ่ายเทพลังงาน เข้าใจสมบัติของก๊าซอุดมคติ	
<b>2. พิกัดทางดาราศาสตร์และหลักการของเวลา</b>		<b>7</b>
2.1 ทรงกลมท้องฟ้า	เข้าใจระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า ระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตร จุดต่างๆ ที่สำคัญในระบบพิกัด	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	สามารถแปลงค่าพิกัดระหว่างระบบพิกัดเส้นขอบฟ้าและระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้าได้ เข้าใจการเปลี่ยนตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ เส้นสุริยวิถี Analemma รู้จักกลุ่มดาวจักราศี และสามารถจำแนกกลุ่มดาวที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งสังเกตต่าง ๆ ได้	
2.2 เวลา	เข้าใจเวลาแบบต่าง ๆ (เวลาที่ท้องถิ่น เวลาดาราคติ เวลาสุริยคติเฉลี่ย เวลามาตรฐานสากล) สามารถแปลงหน่วยของเวลาได้ รู้จักเส้นแบ่งเวลาสากล เข้าใจการกำหนดปฏิทินสากล สามารถแปลงวันจูเลียนเป็นวันที่ได้	
<b>3. ระบบสุริยะ</b>		<b>10.5</b>
3.1 ปรากฏการณ์ในระบบสุริยะ	เข้าใจที่มาของน้ำขึ้น-น้ำลง ฤดู อุปราคา แสงเหนือแสงใต้ ดาวตก ฝนดาวตก ดาวหาง เข้าใจตำแหน่ง Elongation ของดาวเคราะห์ เข้าใจที่มาของ retrograde motion สามารถคำนวณคาบสุริยคติ และคาบดาราคติของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ได้	
3.2 ระบบสุริยะ	รู้จักวัตถุประเภทต่าง ๆ ในระบบสุริยะ เข้าใจกำเนิดของระบบสุริยะ	
3.3 ดวงอาทิตย์	รู้จักสมบัติกายภาพของดวงอาทิตย์ รูปแบบการหมุนรอบตัวเอง และปรากฏการณ์ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ รู้จักโครงสร้างภายในของดวงอาทิตย์	
3.4 ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	รู้จักดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ และวิธีค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	
<b>4 ดาวฤกษ์</b>		<b>7</b>

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
4.1 ลักษณะปรากฏของดาวฤกษ์	เข้าใจความสว่าง โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวฤกษ์ สีของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของดาว ตามกฎการแผ่รังสีของวัตถุดำ เข้าใจดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัมต่าง ๆ HR Diagram	
4.2 โครงสร้างของดาวฤกษ์และบรรยากาศของดาวฤกษ์	เข้าใจกระบวนการนิวเคลียร์ภายในของดาวฤกษ์ ตามลำดับชั้น และพลังงานและอนุภาคต่าง ๆ ที่เป็นผลลัพธ์จากกระบวนการเหล่านี้ เข้าใจกระบวนการถ่ายเทพลังงานภายในดาวฤกษ์ เข้าใจที่มาเส้นดูดกลืนและเส้นแผ่รังสีในสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภทต่าง ๆ	
4.3 วิวัฒนาการของดาวฤกษ์	เข้าใจการกำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิวัฒนาการของดาวฤกษ์กับ HR Diagram	
<b>5. ระบบดาว</b>		<b>7</b>
5.1 ระบบดาวคู่	รู้จักระบบดาวคู่ชนิดต่าง ๆ ตามวิธีสังเกตการณ์  สามารถหาค่ามวลของดาวคู่ชนิดมองเห็นแยกกันได้	
5.2 กระจุกดาว	รู้จักกระจุกดาวเปิดและกระจุกดาวทรงกลม	
5.3 กาแล็กซีทางช้างเผือก	รู้จักโครงสร้างของกาแล็กซีทางช้างเผือก	
5.4 กาแล็กซี	รู้จักกาแล็กซีชนิดต่างๆ ตามการจำแนกของฮับเบิล	
<b>6. เอกภพวิทยา</b>		<b>7</b>
6.1 กฎของฮับเบิล	รู้จักกฎของฮับเบิล ความหมายของค่าตัวของฮับเบิล และการเลื่อนทางสีแดง	
6.2 กำเนิดของเอกภพ	รู้จักกำเนิดของเอกภพ การระเบิดใหญ่ และรังสีไมโครเวฟเบื้องหลัง สสารมืด และวิวัฒนาการของเอกภพ	
<b>7. เครื่องมือทางดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ</b>		<b>7</b>

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
7.1 กล้องโทรทรรศน์	รู้จักกล้องโทรทรรศน์แบบต่าง ๆ และหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แสง สามารถคำนวณค่ากำลังขยาย กำลังแยก ความสว่างปรากฏ ของกล้องโทรทรรศน์แสงได้ รู้จักหลักการทำงานของอุปกรณ์บันทึกและสเปกโตรกราฟ	
7.2 ยานอวกาศและดาวเทียม	เข้าใจหลักการส่งยานอวกาศ สามารถคำนวณหาความเร็วหลุดพ้นบนวัตถุอื่น ๆ ได้ รู้จักวงโคจรของดาวเทียมแบบต่าง ๆ	
7.3 เทคโนโลยีด้านดาราศาสตร์และอวกาศ	รู้จักความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีที่สืบเนื่องกับงานวิจัยด้านดาราศาสตร์	

### ภาคปฏิบัติการ

<b>8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางดาราศาสตร์</b>		<b>7</b>
8.1 ความไม่แน่นอนในการวัด	สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน ความไม่แน่นอน และเลขนัยสำคัญ จากข้อมูลได้	
8.2 กราฟ	สามารถสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ได้	
<b>9. การฝึกสังเกตการณ์ภาคกลางคืน</b>		<b>7</b>
9.1 แผนที่ดาว	สามารถหาตำแหน่งต่าง ๆ ที่สำคัญในระบบ พิกัดเส้นขอบฟ้าและระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรบนท้องฟ้าจริงได้ สามารถใช้แผนที่ดาวแบบกระดาษและโปรแกรมแผนที่ดาว เพื่อหาวัตถุท้องฟ้าได้ ชี้บอกตำแหน่งดาวเคราะห์ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าได้	

9.2 กล้องโทรทรรศน์	สามารถใช้กล้องสองตาและกล้องโทรทรรศน์ในการสังเกตวัตถุท้องฟ้าได้	
--------------------	--	--

หลักสูตรอบรมนักเรียนค่ายดาราศาสตร์โอลิมปิก  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย  
ปรับปรุงตามมติที่ประชุมกรรมการสาขาวิชาดาราศาสตร์  
เมื่อวันเสาร์ที่ 11 มีนาคม 2566  
โรงแรมแมนดาริน แมเนจ บาย เซ็นเตอร์ พ้อยท์ กรุงเทพฯ

ค่ายที่ 2  
ไม่ต่ำกว่า 90 ชั่วโมง

ข้อความที่ขีดเส้นใต้คือส่วนที่เพิ่มมาจากค่าย 1

ภาคทฤษฎี

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1. ฟิสิกส์และแคลคูลัสเบื้องต้นสำหรับดาราศาสตร์		14
1.1 ทรีโกณมิติ ลอการิทึม เรขาคณิต ฟังก์ชันต่าง ๆ พีชคณิต เลขนัยสำคัญ	สามารถนำคณิตศาสตร์เบื้องต้นไปประยุกต์ในแก้ปัญหาทางดาราศาสตร์ได้	
1.2 หลักพื้นฐานของวิชาแคลคูลัส	รู้จักการหาอนุพันธ์ การหาปริพันธ์ และการใช้ผลเฉลยของการแก้สมการอนุพันธ์เบื้องต้น	
1.3 กลศาสตร์	นำกฎการเคลื่อนที่ไปอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในเอกภพ รู้จักแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน กฎของเคปเลอร์ กฎการอนุรักษ์พลังงาน รู้จักการเคลื่อนที่เป็นวงกลมและการเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิก	
1.4 ทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้า	รู้จักหลักการพื้นฐานทางแม่เหล็กไฟฟ้า รู้จักสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการแผ่รังสีของวัตถุดำ สเปกตรัมต่อเนื่อง เส้นแผ่รังสี และเส้นดูดกลืน เข้าใจปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ เข้าใจการกระเจิงของแสง	
1.5 อุณหพลศาสตร์	เข้าใจสมมูลทางอุณหพลศาสตร์ การถ่ายเทพลังงาน เข้าใจสมบัติของก๊าซอุดมคติ	
1.6 ฟิสิกส์นิวเคลียร์	เข้าใจหลักการพื้นฐานของฟิสิกส์นิวเคลียร์	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1.7 ทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ	รู้จักสัจพจน์ (postulates) ของทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษและทั่วไป และผลที่ตามมา	
2. พิกัดทางดาราศาสตร์และหลักการของเวลา		10.5
2.1 ทรงกลมท้องฟ้า	เข้าใจระบบพิกัดเส้นขอบฟ้า ระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตร จุดต่างๆ ที่สำคัญในระบบพิกัด สามารถแปลงค่าพิกัดระหว่างระบบพิกัดเส้นขอบฟ้าและระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรฟ้าได้ <u>สามารถหาระยะห่างเชิงมุมระหว่างตำแหน่งบนท้องฟ้าได้</u>  เข้าใจการเปลี่ยนตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ เส้นสุริยวิถี Analemma  รู้จักกลุ่มดาวจักราศี กลุ่มดาวสากล 88 กลุ่ม และสามารถจำแนกกลุ่มดาวที่ปรากฏ ณ ตำแหน่งสังเกตต่าง ๆ ได้	
2.2 เวลา	เข้าใจเวลาแบบต่าง ๆ (เวลาที่ท้องถิ่น เวลาดาราคติ เวลาสุริยคติเฉลี่ย เวลามาตรฐานสากล เวลาอีเฟมเมอร์ริส) สามารถแปลงหน่วยของเวลาได้ รู้จักเส้นแบ่งเวลาสากล เข้าใจการกำหนดปฏิทินสากล สามารถแปลงวันจูเลียนเป็นวันที่ได้	
3. ระบบสุริยะ		10.5
3.1 ปรากฏการณ์ในระบบสุริยะ	เข้าใจที่มาของน้ำขึ้น-น้ำลง ฤดู อุปราคา แสงเหนือแสงใต้ ดาวตก ฝนดาวตก ดาวหาง เข้าใจตำแหน่ง Elongation ของดาวเคราะห์ เข้าใจที่มาของ retrograde motion	



หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	สามารถคำนวณคาบสุริยคติ และคาบดาราคติของดวงจันทร์และดาวเคราะห์ได้	
3.2 ระบบสุริยะ	รู้จักวัตถุประเภทต่าง ๆ ในระบบสุริยะ จำแนกดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง วัตถุพ้นดาวเนปจูน แบบต่าง ๆ ตามรูปแบบวงโคจร เข้าใจกำเนิดของระบบสุริยะ	
3.3 ดวงอาทิตย์	รู้จักสมบัติกายภาพของดวงอาทิตย์ รูปแบบการหมุนรอบตัวเอง และปรากฏการณ์ในชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ รู้จักโครงสร้างภายในของดวงอาทิตย์ เข้าใจปฏิกิริยาภายในดวงอาทิตย์ การแผ่รังสี และค่าคงที่สุริยะ ลมสุริยะ และผลที่เกิดขึ้นกับโลก	
3.4 ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	รู้จักดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ และวิธีค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ	
<b>4. ดาวฤกษ์</b>		<b>7</b>
4.1 ลักษณะปรากฏของดาวฤกษ์	เข้าใจความสว่าง โชติมาตรปรากฏ โชติมาตรสัมบูรณ์ของดาวฤกษ์ สีของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของดาว ตามกฎการแผ่รังสีของวัตถุดำ ความเร็วในแนวเล็ง และการเคลื่อนที่เฉพาะ (proper motion) ของดาวฤกษ์ เข้าใจดาวฤกษ์ชนิดสเปกตรัมต่าง ๆ HR Diagram	
4.2 โครงสร้างของดาวฤกษ์และบรรยากาศของดาวฤกษ์	เข้าใจกระบวนการนิวเคลียร์ภายในของดาวฤกษ์ตามลำดับชั้น และพลังงานและอนุภาคต่าง ๆ ที่เป็นผลลัพธ์จากกระบวนการเหล่านี้ เข้าใจกระบวนการถ่ายเทพลังงานภายในดาวฤกษ์ เข้าใจที่มาเส้นดูดกลืนและเส้นแผ่รังสีในสเปกตรัมของดาวฤกษ์ประเภทต่าง ๆ	
4.3 วิวัฒนาการของดาวฤกษ์	เข้าใจการกำเนิดและวิวัฒนาการของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างวิวัฒนาการของดาวฤกษ์กับ HR Diagram	
<b>5. ระบบดาว</b>		<b>10.5</b>

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
5.1 ระบบดาวคู่	รู้จักระบบดาวคู่ชนิดต่าง ๆ ตามวิธีสังเกตการณ์  สามารถหาค่ามวลของดาวคู่ชนิดมองเห็นแยกกันได้ <u>สามารถหาค่ารัศมีของดาว วงโคจร</u> <u>อุณหภูมิจากกราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคา และหาค่าอัตราส่วนมวล จากกราฟ</u> <u>ความเร็วในแนวเล็งของระบบดาวคู่สเปกโตรสโคปได้</u>	
5.2 กระจุกดาว	รู้จักกระจุกดาวเปิดและกระจุกดาวทรงกลม  <u>สามารถหาอายุของกระจุกดาวจาก HR Diagram ได้</u>	
5.3 กาแล็กซีทางช้างเผือก	รู้จักโครงสร้างของกาแล็กซีทางช้างเผือก <u>เข้าใจการหมุนของทางช้างเผือก</u>  <u>รู้จักสสารระหว่างดาว</u>	
5.4 กาแล็กซี	รู้จักกาแล็กซีชนิดต่างๆ ตามการจำแนกของฮับเบิล	
5.5 Accretion Process	<u>หลักการเบื้องต้น</u>	
6. เอกภพวิทยา		7
6.1 กฎของฮับเบิล	<u>เข้าใจกฎของฮับเบิล ความหมายของค่าตัวของฮับเบิล และการเลื่อนทางสีแดง</u>	
6.2 กำเนิดของเอกภพ	รู้จักกำเนิดของเอกภพ การระเบิดใหญ่ และรังสีไมโครเวฟเบื้องหลัง สสารมืด และวิวัฒนาการของเอกภพ	
7. เครื่องมือทางดาราศาสตร์และเทคโนโลยีอวกาศ		10.5
7.1 กล้องโทรทรรศน์	รู้จักกล้องโทรทรรศน์แบบต่าง ๆ และหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์แสง  สามารถคำนวณค่ากำลังขยาย กำลังแยก ความสว่างปรากฏ ของกล้องโทรทรรศน์แสงได้	

หัวข้อ	ผลลัพธ์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	<p><u>เข้าใจผลจากชั้นบรรยากาศต่อการสังเกตการณ์</u></p> <p><u>เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์บันทึกและสเปกโตรกราฟ</u></p> <p><u>รู้จักการศึกษาดาราศาสตร์ด้วยความยาวคลื่นอื่น ๆ (Multi-wavelength astronomy) และสารอื่น (Multi-messenger astronomy)</u></p>	
7.2 ยานอวกาศและดาวเทียม	<p>เข้าใจหลักการส่งยานอวกาศ</p> <p>สามารถคำนวณหาความเร็วหลุดพ้นบนวัตถุอื่น ๆ ได้</p> <p>สามารถคำนวณวงโคจรของดาวเทียมแบบต่าง ๆ</p>	
7.3 เทคโนโลยีด้านดาราศาสตร์และอวกาศ	รู้จักความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีที่สืบเนื่องกับงานวิจัยด้านดาราศาสตร์	

### ภาคปฏิบัติการ

<b>8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางดาราศาสตร์</b>		<b>10</b>
8.1 ความไม่แน่นอนในการวัด	สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน ความไม่แน่นอน และเลขนัยสำคัญ จากข้อมูลได้	
8.2 กราฟ	สามารถสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ได้	
<b>9. การฝึกสังเกตการณ์ภาคกลางคืน</b>		<b>10</b>
9.1 แผนที่ดาว	สามารถหาตำแหน่งต่าง ๆ ที่สำคัญในระบบพิกัดเส้นขอบฟ้าและระบบพิกัดเส้นศูนย์สูตรบนท้องฟ้าจริงได้	

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางดาราศาสตร์		10
	<p>สามารถใช้แผนที่ดาวแบบกระดาษและโปรแกรมแผนที่ดาว รวมถึง Almanac เพื่อหาวัตถุท้องฟ้าได้</p> <p>ชี้บอกตำแหน่งดาวเคราะห์ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าได้</p> <p>รู้จักชื่อและชี้บอกตำแหน่งดาวฤกษ์ที่มีสว่างกว่าโชติมาตร 4 และวัตถุเมสสิเออร์ได้</p>	
9.2 กล้องโทรทรรศน์	<p>สามารถใช้กล้องสองตาและกล้องโทรทรรศน์ในการสังเกตวัตถุท้องฟ้าได้</p> <p>สามารถตั้งกล้องโทรทรรศน์เพื่อใช้ในการหาวัตถุท้องฟ้าได้</p>	