

ดาราศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

1 ความนำ

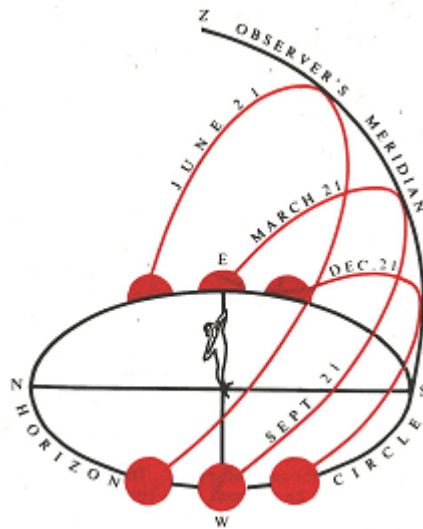
วิถีชีวิตของมนุษย์มีความผูกพันกับวัตถุท้องฟ้า และปรากฏการณ์ธรรมชาติบนฟากฟ้ามา นับเป็นเวลาช้านานแล้ว การขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และกลุ่มดาวเป็นปรากฏการณ์ที่ มนุษย์พบเห็นเป็นประจำ และมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี เนื่องจากมนุษย์เป็นสัตว์โลกที่มีภูมิปัญญา รู้จักสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล ดังนั้นมนุษย์จึงสามารถ สังเกตวัฏจักรแห่งธรรมชาติเหล่านั้นได้ และรู้จักดำเนินชีวิตให้สอดคล้องกับวัฏจักรธรรมชาติดังกล่าว มนุษย์สามารถสังเกตตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ และการปรากฏของกลุ่มดาวสัมพันธ์กับ การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ทำให้การดำรงชีวิตเป็นระบบและสามารถดำเนินกิจกรรมประจำวันได้ อย่างเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล

จังหวะของธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นการขึ้น – ตกประจำวันของดวงอาทิตย์ การเปลี่ยน ลักษณะปรากฏของดวงจันทร์ในแต่ละเดือน การเปลี่ยนตำแหน่งขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ตลอดจน การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มดาวบนฟ้าในแต่ละฤดูกาล ทำให้มนุษย์รู้จักพัฒนาระบบเวลาขึ้นมาในการ ดำเนินกิจกรรมประจำวัน โดยการพัฒนาระบบเวลาในช่วงแรกนั้น มนุษย์สร้างสิ่งก่อสร้าง อาทิ วัด กำแพงเมือง หรือสถานที่ประกอบพิธีกรรมต่าง ๆ เป็น **หมายเพื่อบอกเวลา** ที่มีการวางตำแหน่ง อย่างเหมาะสมกับทิศการขึ้นตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ หรือกลุ่มดาว ณ วันและเวลาที่สำคัญ ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวันและเวลาที่สัมพันธ์กับช่วงการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลซึ่งมีผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตของมนุษย์ ภูมิปัญญาของมนุษย์ทำให้มนุษย์พัฒนาวิธีที่จะสามารถกำหนดทิศทางได้อย่าง ถูกต้องและแม่นยำ เช่น การกำหนดทิศเหนือ – ใต้ ตะวันออก – ตะวันตก โดยการสังเกตเงาของ **ดวงอาทิตย์** เป็นต้น

ระบบเวลานับวันจะเป็นสิ่งจำเป็นในวิถีชีวิตของมนุษย์ การสังเกตการโคจรและการเคลื่อนที่ ของวัตถุท้องฟ้า ได้พัฒนามาเป็น **มาตรวัดเวลา** ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น มีการกำหนดหน่วยวัน เดือน และปี ซึ่งในที่สุดได้พัฒนามาเป็น **ระบบปฏิทิน** ที่สอดคล้องกับวัฏจักรของฤดูกาลดังที่ใช้กัน ใน ปัจจุบัน

2 ทฤษฎี

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งในระบบสุริยะและโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี โดยมีระยะทางเฉลี่ยห่างจากดวงอาทิตย์ 149,597,870 กิโลเมตร และใช้เวลาในการโคจรรอบดวงอาทิตย์ประมาณ 1 ปี เมื่อสังเกตจากพื้นโลกจะปรากฏเห็นดวงอาทิตย์ขึ้นทางด้านทิศตะวันออกและตกทางทิศตะวันตกทุกวัน ทั้งนี้เนื่องจากโลกมีการหมุนรอบตัวเอง อย่างไรก็ตามหากคิดตามเส้นสังเกตการขึ้น - ตก ของดวงอาทิตย์เป็นประจำจะพบว่า ในรอบ 1 ปี ดวงอาทิตย์จะปรากฏขึ้นบนทางทิศตะวันออก และตกทางทิศตะวันตกพอดี เพียง 2 วันเท่านั้น คือวันที่ 21 มีนาคม และวันที่ 23 กันยายน นอกจากนั้นการขึ้น - ตกของดวงอาทิตย์จะเฉียงก่อนไปทางทิศเหนือหรือทางทิศใต้บ้าง โดยในวันที่ 21 มิถุนายน ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกก่อนไปทางทิศเหนือและตกทางทิศตะวันตกก่อนไปทางทิศเหนือมากที่สุด และในวันที่ 22 ธันวาคม ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกก่อนไปทางทิศใต้และตกทางทิศตะวันตกก่อนไปทางทิศใต้มากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการขึ้น - ตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปทุกวันในรอบปี

การที่ตำแหน่งการขึ้น - ตกของดวงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงไปทุกวันในรอบปี เนื่องจากผลจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ใน 1 ปีนั่นเอง โดยเมื่อสังเกตจากโลกจะสังเกตเห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนย้ายตำแหน่งไปตามกลุ่มดาว 2 กลุ่ม ที่เรียกว่ากลุ่มดาวในจักรราศี (Zodiac) ตามภาพที่ 2 ได้แก่ ราศีเมษ (Aries) ราศีพฤษภ (Taurus) ราศีมิถุน (Gemini) ราศีกรกฎ (Cancer) ราศีสิงห์ (Leo) ราศีกันย์ (Virgo) ราศีตุลย์ (Libra) ราศีพิจิก

(Scorpius) ราศีธนู (Sagittarius) ราศีมังกร (Capricornus) ราศีกุมภ์ (Aquarius) และราศีมีน (Pisces) ดวงอาทิตย์จะปรากฏมีการย่ำตำแหน่งไปทางตะวันออก



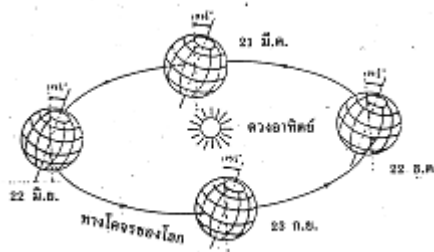
ตามกลุ่มดาวในจักรราศีนี้ ทำให้ผู้สังเกตเห็นดาวต่าง ๆ บนท้องฟ้าขึ้นเร็วกว่าวันก่อนเป็นเวลา 4 นาทีทุกวัน ซึ่งหมายความว่าใน 1 วันดวงอาทิตย์จะมีการเลื่อนตำแหน่งไป 1 องศาหรือรอบละ 1 ปีนั่นเอง

ภาพที่ 2 กลุ่มดาว 12 กลุ่มในจักรราศีและการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ทำให้ผู้สังเกตเห็นดวงอาทิตย์ย้ายตำแหน่งไปตามกลุ่มดาว 12 ราศี

ทางเดินของดวงอาทิตย์ไปตามกลุ่มดาวในจักรราศี เรียกว่า “สุริยวิถี (Ecliptic)” ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนเส้นสุริยวิถี ณ วันที่ 21 มีนาคม เรียกว่าจุด “วสันตวิษุวัต (Vernal Equinox)” ส่วนตำแหน่ง ณ วันที่ 23 กันยายน เรียกว่าจุด “ศารทวิษุวัต (Autumnal Equinox)” เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งทั้งสองดังกล่าวนี้ ดวงอาทิตย์จะขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงและตกทางทิศตะวันตกพอดี และช่วงเวลากลางวันจะเท่ากับกลางคืนพอดี

ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนเส้นสุริยวิถี ณ วันที่ 21 มิถุนายน เรียกว่าจุด “ครีษมายัน (Summer Solstice)” ตำแหน่งดังกล่าว ดวงอาทิตย์จะขึ้นและตกก่อนไปทางเหนือมากที่สุด ในซีกโลกเหนือ ช่วงเวลากลางวันจะยาวกว่ากลางคืนและจะเป็นช่วงฤดูร้อน (Summer) ตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนเส้นสุริยวิถี ณ วันที่ 22 ธันวาคมเรียกว่า จุด “เหมายัน (Winter Solstice)” ตำแหน่งดังกล่าว ดวงอาทิตย์จะขึ้นและตกก่อนไปทางใต้มากที่สุด ในซีกโลกเหนือ ช่วงเวลากลางคืนจะยาวกว่ากลางวันและจะเป็นช่วงฤดูหนาว (Winter)

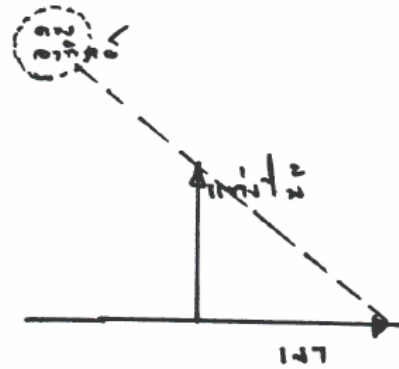
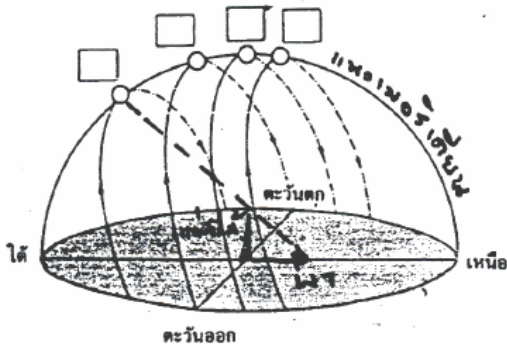
ฤดูกาลเกิดขึ้นเนื่องจากแกนของโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา กับแกนตั้งฉากของระนาบวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ณ วันที่ 21 มิถุนายน ซีกโลกเหนือจึงเป็นฤดูร้อนและซีกโลกใต้จึงเป็นฤดูหนาว ในทางกลับกัน ณ วันที่ 22 ธันวาคม ซีกโลกใต้กลับเป็นฤดูร้อน ในขณะที่ซีกโลกเหนือ เป็นฤดูหนาว ดังแสดงในภาพที่ 3 การเกิดฤดูกาลเป็นผลเนื่องมาจากแต่ละส่วนบนพื้นโลกรับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากันในรอบปี



ภาพที่ 3 : แกนของโลกเอียงทำมุม 23.5 องศา กับแกนตั้งฉากของระนาบวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ จึงทำให้เกิดฤดูกาลบนพื้นโลก

แสงอาทิตย์เมื่อส่องมากระทบวัตถุจะทำให้เกิด “เงา (Shadow)” ถ้าเอาแท่งไม้ยาว ปักตั้งฉากบนพื้นราบ เมื่อแสงอาทิตย์ส่องตกกระทบ จะปรากฏเงาของแท่งไม้ ดังกล่าวทอดลงบนพื้น และหากสังเกตเงาเป็นเวลานาน จะเห็นเงามีการเปลี่ยนแปลงทั้งความยาวและทิศทางของเงาที่ทอดลงบนพื้น

พิจารณาภาพที่ 4 เมื่อดวงอาทิตย์ขึ้นในตอนเช้าด้านทิศตะวันออก เงาของแท่งไม้จะทอดยาวไปทางด้านทิศตะวันตก ขณะที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่สูงขึ้นจากขอบฟ้าเงาของแท่งไม้จะหดสั้นลง และเงาเริ่มเบนเข้าสู่ทิศเหนือ จนเมื่อดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่บนแนวเมริเดียน (ตำแหน่งสูงสุดของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าในแต่ละวัน) เงาของแท่งไม้จะปรากฏสั้นที่สุด และชี้ในแนวทิศเหนือ - ใต้พอดี ในช่วงบ่ายดวงอาทิตย์เคลื่อนที่คล้อยไปทางทิศตะวันตก เงาของแท่งไม้จะปรากฏยาวขึ้นและเริ่มเบนออกจากทิศเหนือสู่แนวทิศตะวันออก



ภาพที่ 4 (ก) การเปลี่ยนแปลงของเงาของแท่งไม้ เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนท้องฟ้า (ข) เรขาคณิตของการทอดเงาของแท่งไม้บนพื้น

เนื่องจากตำแหน่งการขึ้น - ตกของดาวอาทิตย์แต่ละวัน แตกต่างกันไปในรอบปี ดังนั้นการทอดเงาของแท่งไม้ในแต่ละวันจึงไม่ซ้อนทับแนวเดิม และมีความยาวของการทอดเงาไม่เท่ากัน อย่างไรก็ตาม ช่วงที่ดวงอาทิตย์อยู่บนแนวเมริเดียนในแต่ละวัน เงาของแท่งไม้ยังคงสั้นที่สุด และทอดอยู่ในแนวทิศเหนือ - ใต้เสมอ นอกจากนี้ยังพบว่า มีบางวันในรอบปีที่ดวงอาทิตย์มีตำแหน่งอยู่เหนือศีรษะพอดี เมื่อดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่ในแนวเมริเดียน อาทิ เช่น ที่จังหวัดเชียงใหม่ ดวงอาทิตย์มีตำแหน่งเหนือศีรษะพอดี ในวันที่ 15 พฤษภาคม และวันที่ 30 กรกฎาคม ณ เวลาประมาณเที่ยงวัน และในวันและเวลาดังกล่าวนี้วัตถุจะไม่ปรากฏเงาทอดลงบนพื้นเลย

การเปลี่ยนแปลงของเงาของแท่งไม้ในรอบวัน มีลักษณะคล้ายการเดินทางของ “เข็มชั่วโมง” ของนาฬิกา ซึ่งเมื่อกำหนดสเกลที่เหมาะสมของตำแหน่งเงา ณ เวลาต่าง ๆ ในรอบวัน เราจะสามารถสร้าง “นาฬิกาแดด (Sundial)” อย่างง่ายได้

3 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 : การวิเคราะห์ตำแหน่งการขึ้น - ตกและมุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์

เราอาจหาตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ โดยวัดค่ามุมอาซิมุท เมื่อมุมเงยของดวงอาทิตย์ เป็น 0 องศา (ขณะที่ดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่ที่ขอบฟ้าพอดี ทางด้านตะวันออกหรือด้านตะวันตก) ณ วัน – เดือนต่าง ๆ ในรอบปี และเนื่องจากดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่ไปตาม เส้นสุริยวิถี ถ้าเรามีเครื่องมือที่วัดได้อย่างแม่นยำ จะวัดตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ ได้ต่างกัน ทุกวัน วันละประมาณ 15 ลิปดา

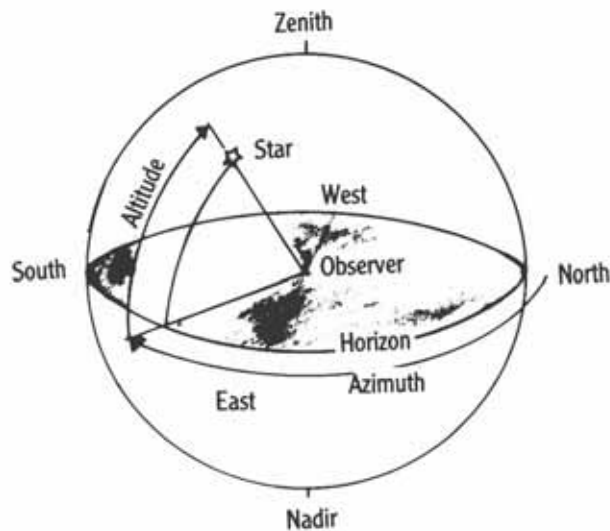
หลังจากดวงอาทิตย์ขึ้นแล้ว จะเห็นว่ามุมเงยของดวงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่าสูงสุดแล้วค่อย ๆ ลดต่ำลงมา ส่วนมุมอาซิมุทจะเปลี่ยนค่าทุกตำแหน่งที่วัดมุมเงย แสดงว่าดวงอาทิตย์มีการเปลี่ยนตำแหน่งตลอดเวลา ตารางต่อไปนี้แสดงค่าวัดอาซิมุท และมุมเงยของดวงอาทิตย์ในเดือนต่าง ๆ ในรอบปี

ตารางที่ 1-1 : มุมอาซิมุท ขณะขึ้น – ตกและมุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ วัดที่กรุงเทพมหานคร ณ วัน – เดือนต่าง ๆ ในรอบปี

วัน – เดือน	มุมอาซิมุท (องศา)		มุมเงยสูงสุด (องศา)	ฤดูกาล
	ขณะขึ้น	ขณะตก		
21 มีนาคม	90	270	76	ฤดูร้อน
27	76	284	90	
เมษายน	70	290	84	
20	67	293	81	
20 พฤษภาคม				ฤดูฝน
22 มิถุนายน				
20 กรกฎาคม	69	291	83	
16	76	284	90	
สิงหาคม	90	270	76	
23 กันยายน	100	260	66	
20				

ตุลาคม				
20	110	250	56	ฤดูหนาว
พฤศจิกายน	113	247	52	
22	110	250	56	
ธันวาคม	101	259	67	
20 มกราคม				
20				
กุมภาพันธ์				

จากข้อมูลในตารางที่ 1-1 จงเขียนแบบจำลองทรงกลมท้องฟ้า พร้อมกำหนดทิศเหนือ – ใต้ ตะวันออก – ตะวันตก แล้วเขียนทางเดินของดวงอาทิตย์ จากค่ามุมอาซิมุท ขณะขึ้น – ตกและ



มุมเงยสูงสุดของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน

ภาพที่ 5 แบบจำลองทรงกลมท้องฟ้า

จากทางเดินของดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน ให้วิเคราะห์ประเด็นต่อไปนี้

- ตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ในรอบ 1 ปีเป็นอย่างไร
- ทางเดินของดวงอาทิตย์ ณ วัน – เดือนต่อไปนี้ มีลักษณะเป็นอย่างไร
 - 21 มีนาคม
 - 21 มิถุนายน
 - 23 กันยายน
 - 22 ธันวาคม
- วัน – เดือนใดบ้างในรอบปี ที่เราไม่เห็นเงาของตัวเองทอดลงบนพื้น ในช่วงเวลาที่เที่ยงวัน

(ดวงอาทิตย์อยู่บนเส้นเมอริเดียน) และในวัน – เดือนดังกล่าว ตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์เป็นอย่างไร

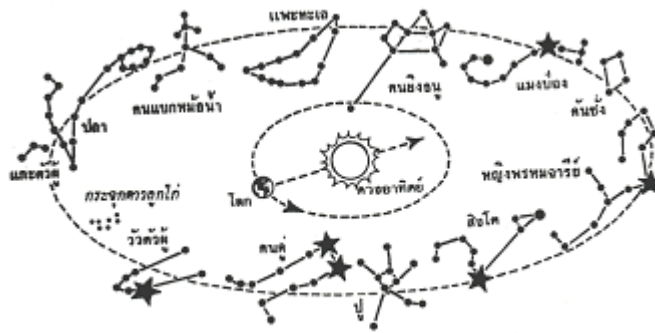
กิจกรรมที่ 2 : ความสัมพันธ์ของตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ การปรากฏของ

กลุ่มดาวและฤดูกาล

มนุษย์ในยุคโบราณสามารถสังเกตตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์และการปรากฏของกลุ่มดาว สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ทำให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นปกติสุข โดยการสังเกตดวงอาทิตย์และกลุ่มดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าหลังดวงอาทิตย์ตก มนุษย์สามารถรู้ว่าเมื่อใดควรเริ่มเพาะปลูก เมื่อใดควรเริ่มเก็บเกี่ยว เมื่อใดควรสะสมอาหารแห้งเตรียมไว้เพื่อบริโภคในฤดูหนาว มนุษย์เริ่มรู้จักใช้วัตถุท้องฟ้าเป็นสิ่งที่กำหนดเวลาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมนุษย์เริ่มเปลี่ยนสภาพการดำรงชีวิตแบบป่าเถื่อนมาอยู่ในระดับที่เจริญขึ้น ซึ่งการดำรงชีวิตเน้นทางด้านกิจกรรมหรือเกษตรกรรม มนุษย์ยังต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งต่อความเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นจังหวะของธรรมชาติเหล่านั้นมากขึ้น

เราอาจทำการสังเกตการณ์ หรือทำการทดลอง เพื่อศึกษาการขึ้น – ตกและตำแหน่งของกลุ่มดาวอาทิตย์และการปรากฏของกลุ่มดาว ณ วันใด ๆ ในรอบปีได้ เมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ครบ 1 รอบ คนบนโลกจะเห็นดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ปรากฏผ่านกลุ่มดาวฤกษ์ในจักราศี ทั้ง 12 กลุ่มดัง

ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งโดยเฉลี่ยดวงอาทิตย์จะใช้เวลาประมาณ 1 เดือนปรากฏเคลื่อนที่ในกลุ่มดาวแต่ละราศี



ภาพที่ 6 กลุ่มดาวฤกษ์ในจักรราศีและตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์บนกลุ่มดาว เมื่อมองจากโลก

ตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์บนกลุ่มดาวในจักรราศี จะสอดคล้องกับชื่อเดือนทั้ง 12 เดือนที่มนุษย์ได้กำหนดขึ้นตั้งแต่ยุคโบราณ เช่นดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่บนกลุ่มดาวราศีตุลย์ในช่วงราวเดือนตุลาคม และในช่วงเดือนดังกล่าวนี้ กลุ่มดาวในจักรราศีที่ปรากฏบนท้องฟ้าหลังดวงอาทิตย์ตกลับขอบฟ้าในตอนหัวค่ำ ก็จะเป็นกลุ่มดาวราศีพิจิก ธนู มังกร กุมภ์ มীন และ เมษ ตามลำดับจากทิศตะวันตกต่อเนื่องไปทางทิศตะวันออก ดังนั้นตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ในรอบปีฤดูกาลและกลุ่มดาวที่ปรากฏบนท้องฟ้าจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ซึ่งจากข้อสรุปดังกล่าว นักเรียนอาจลองสังเกตการณ์และวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ให้สังเกตกลุ่มดาวในจักรราศีที่ปรากฏบนท้องฟ้าหลังจากดวงอาทิตย์ตกกลับขอบฟ้าแล้วในตอนหัวค่ำ แล้วลองวิเคราะห์ว่า ดวงอาทิตย์ควรปรากฏอยู่ในกลุ่มดาวในจักรราศีใดและราศีดังกล่าวสัมพันธ์กับเดือนที่สังเกตการณ์อย่างไร

2. ให้สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มดาวในจักรราศี ตำแหน่งการขึ้น – ตกของดวงอาทิตย์ โดยอาจสังเกตการณ์จริงหรือศึกษาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น **The Sky** , **Starry Night** เป็นต้น

3. ฤดูกาล สัมพันธ์กับตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์บนกลุ่มดาวในจักรราศีอย่างไร

4. ถ้าดูดาวตั้งแต่หัวค่ำ จนถึงเช้ามืด เราจะเห็นกลุ่มดาวจักรราศีทั้ง 12 กลุ่มหรือไม่ เพราะเหตุใด

5. คนบนโลกเห็นดวงจันทร์และดาวเคราะห์ต่าง ๆ เคลื่อนที่ปรากฏผ่านกลุ่มดาวจักราศีด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

6. ลองคิดว่า คนสมัยโบราณคิดระบบปฏิทินขึ้นมาอย่างไร และมนุษย์มีความจำเป็นอย่างไรที่จะต้องใช้ปฏิทิน

กิจกรรมที่ 3 : การกำหนดทิศเหนือ – ใต้ ตะวันออก – ตะวันตก โดยการสังเกตเงาของดวงอาทิตย์

ศาสนสถานและกำแพงเมืองโบราณหลายแห่งในโลก รวมทั้งในประเทศไทยด้วย พบว่ามี การวางตัวในแนวทิศที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแนวทิศเหนือ – ใต้ ตะวันออก – ตะวันตก เชื่อว่าได้รับอิทธิพลจากศาสนาและอารยธรรมของแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างที่ยังหลงเหลือให้เราสังเกตได้ อยู่ในเมืองไทย ได้แก่ วัดและกำแพงเมืองโบราณหลายแห่ง อาทิ กำแพงเมืองเชียงใหม่

พิจารณาคูคูเมืองและแนวกำแพงเมืองเชียงใหม่จากภาพถ่ายทางอากาศ พบว่าคูเมืองและแนว กำแพงเมืองเชียงใหม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีด้านคูขนานแต่ละคูชี้ไปทางทิศเหนือ – ใต้ ตะวันออก – ตะวันตก ซึ่งการวางทิศทางเพื่อก่อสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่เมื่อ 700 ปีที่แล้ว เชื่อว่าได้รับ อิทธิพลของพราหมณ์ ไศวนิกาย ผสมกับพุทธศาสนาทั้งมหายานและหินยาน แนวความคิดด้าน จักรวาลวิทยาตามความเชื่อของศาสนาดังกล่าว เชื่อว่าโลกแบนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลอยอยู่บนน้ำ โดยมีเขาพระสุเมรุเป็นแกนของโลก และจักรวาล สี่เหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าวนี้ ด้านคูขนานคูหนึ่งชี้ไป ทางทิศเหนือ – ใต้ และด้านคูขนานอีกคูหนึ่งชี้ไปทางทิศตะวันออก – ตะวันตก

คำถามที่น่าสนใจมีอยู่ว่า ชาวล้านนา เมื่อ 700 ปีที่แล้วใช้เครื่องมือและวิธีการอะไรใน การกำหนดทิศเหนือ – ใต้ ตะวันออก – ตะวันตก ในการวางทิศทางเพื่อก่อสร้างกำแพงเมือง เชียงใหม่ เมื่อศึกษาการวางผังเมือง เพื่อสร้างเมืองหลวงของชุมชนโบราณแถบสุวรรณภูมิ (ลุ่มแม่น้ำ เจ้าพระยา ลุ่มแม่น้ำสาละวินและลุ่มแม่น้ำโขง) ที่ได้รับอิทธิพลจากศาสนาพราหมณ์ พบว่ากำแพง เมืองและคูเมืองมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส วางตัวในแนวทิศเหนือ – ใต้และทิศตะวันออก – ตะวันตก โดยมี_เสาหลักเมือง หรือ_เจดีย์ขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ใจกลางเมือง เช่น เมืองเชียงใหม่มีวัดเจดีย์หลวง ตั้งอยู่กลางใจเมืองแทนสัญลักษณ์ของเขาพระสุเมรุ เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า คนโบราณใช้เงา ขางเสาหลักเมืองหรือเจดีย์ขนาดใหญ่ดังกล่าว เป็นเครื่องมือในการวางแนวทิศเหนือ – ใต้และทิศ ตะวันออก – ตะวันตก



ภาพที่ 7 วัดเจดีย์หลวง จังหวัดเชียงใหม่ สัญลักษณ์ เขาพระสุเมรุ

3.1 การทดลองหาแนวเหนือ - ใต้ โดยการสังเกตเงาของดวงอาทิตย์

เราอาจทดลองเพื่อหาแนวเหนือ - ใต้ ณ ตำแหน่งใด ๆ โดยการสังเกตเงาของดวงอาทิตย์ได้ ดังต่อไปนี้

1. ปักแท่งไม้ตรงให้อยู่ในแนวตั้ง บนพื้นราบ ซึ่งเราอาจทดสอบแนวตั้งของไม้ได้โดยใช้เชือกที่ถ่วงน้ำหนัก (เช่นผูกกับก้อนหิน) แทนลูกตั้ง
2. ทำเครื่องหมายที่ปลายเงาของแท่งไม้ตรง ในช่วง 2 - 3 ชั่วโมงก่อนเที่ยงแล้วลากโค้งวงกลม ให้มีรัศมีเท่ากับระยะจากแท่งไม้ถึงปลายเงาตามพื้นราบ
3. หลังเที่ยงประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง ให้ทำเครื่องหมายที่ปลายเงาของแท่งไม้ตรงที่แตะกับโค้งวงกลมอีกครั้งพอดี
4. แบ่งครึ่งมุมระหว่างเครื่องหมายที่ทำไว้ในข้อ 2 และ 3 เส้นแบ่งครึ่งมุมดังกล่าวจะชี้ในแนวเหนือ - ใต้

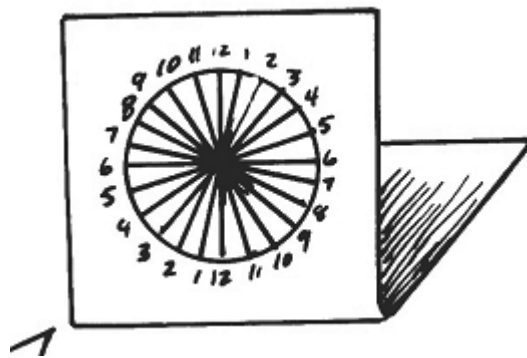
นอกจากนี้เรายังอาจหาแนวเหนือ - ใต้ ณ ตำแหน่งใด ๆ ได้โดยทางสังเกตเงาที่สั้นที่สุดของแท่งไม้ตรง และให้อธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนความจริงดังกล่าวนี้ด้วย

จากแนวเหนือ - ใต้ ที่วัดได้จากทดลองหรือสังเกตเงาของแท่งไม้ตรง ลองคิดว่า เราจะหาแนวตะวันออก - ตะวันตก ได้อย่างไร และให้ลองวิเคราะห์ว่า คนโบราณสามารถสร้างกำแพงเมืองรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีแนวกำแพงเมืองชี้ในแนวเหนือ - ใต้ ตะวันออก - ตะวันตกได้อย่างไร

3.2 การสร้างนาฬิกาแดด

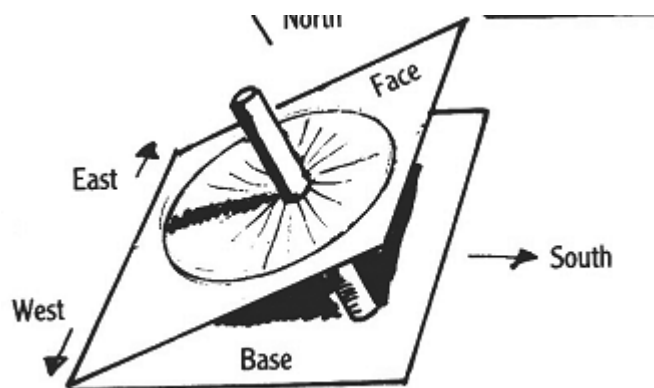
จากแนวคิดเกี่ยวกับการทอดเงาของอาทิตย์เพื่อกำหนดทิศทาง เราอาจใช้หลักการดังกล่าวเพื่อกำหนดเวลาได้อีกด้วย อุปกรณ์ที่สามารถบอกเวลาโดยใช้หลักการทอดเงาของดวงอาทิตย์ เรียกว่า “นาฬิกาแดด” ซึ่งอาจสร้างได้ง่าย ๆ ดังนี้

1. ตัดกระดาษแข็งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 10 x 22 เซนติเมตรแล้วพับครึ่ง
2. สร้างวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตรลงบนกระดาษแข็งที่พับไว้ดังกล่าว ด้านหนึ่ง แล้วแบ่งวงกลมดังกล่าวให้ได้ 24 ส่วนเท่ากัน ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 วงกลมที่ถูกแบ่งเป็น 24 ส่วนเท่ากันบนกระดาษแข็งที่พับครึ่ง

3. เจาะรูตรงกลางวงกลม แล้วเอาหลอดเสียบเอาไว้ให้แน่นพอดี ปรับมุมของกระดาษแข็งที่พับไว้ ให้เหมาะสมโดยใช้มุมระหว่างแนวหลอดกับแผ่นกระดาษแข็งส่วนที่วางราบกับพื้น มีค่าเท่ากับมุมของละติจูด ณ ตำแหน่งที่ทดลอง (เช่นที่เชียงใหม่มีละติจูดประมาณ 18.5 องศา เป็นต้น) ดังแสดงในภาพที่ 9 เป็นนาฬิกาแดด



ภาพที่ 9 การจัดมุมของแผ่นกระดาษแข็งที่พับครึ่งและการวางแนวทิศของนาฬิกาแดด

4. วางแนวทิศของนาฬิกาแดด โดยให้แนวรอยพับของกระดาษแข็งชี้ในแนวตะวันออก – ตะวันตกพอดี

5. สังเกตการทอดเงาของหลอด ณ เวลาต่าง ๆ ทุกชั่วโมง โดยต้องไม่ให้นาฬิกาแดด เคลื่อนจากตำแหน่งที่วางแนวทิศไว้แล้ว จงเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับนาฬิกาปกติ

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	ตารางธาตุไทย1) 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	

