

Bad Astronomy

รวมเรื่องที่มีก่เข้าใจผิดในดาราศาสตร์

www.narit.or.th



โดย... อัจฉรงค์ จันทมาศ

Bad Astronomy

(รวมเรื่องที่มีคนเข้าใจผิดในดาราศาสตร์)



National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

โดย
อาจารย์ จันทมาศ

สารบัญ

รายชื่อความเข้าใจผิด

➔ แนวคิดของดาราศาสตร์	หน้า
1. ดาราศาสตร์ = โหราศาสตร์	08
➔ วัตถุนท้องฟ้า	
2. ดาวเหนือเป็นดาวที่สว่างที่สุดบนท้องฟ้าตอนกลางคืน	14
3. เราเห็นทางช้างเผือกเป็นภาพกังหันเต็ม ๆ ได้	18
4. ทางช้างเผือกปรากฏให้เราเห็นชัดเจนเหมือนในรูปถ่าย	20
5. ดาวหางวิ่งไปทางหัว	23
6. เนบิวลามีความหนาแน่นสูงมาก	27
➔ ดวงอาทิตย์	
7. จุดบนดวงอาทิตย์มืด	32
8. ดวงอาทิตย์ไม่หมุน	36
9. แสงเหนือแสงได้เกิดจากแสงอาทิตย์สะท้อนน้ำแข็งขั้วโลก	41
10. ดวงอาทิตย์คือไฟที่กำลังลุกไหม้เหมือนไฟบนโลก	50

➡ ดวงจันทร์	หน้า
11. จันทรเสี้ยวข้างขึ้นข้างแรมเกิดจากเงาของโลก	54
12. ดวงจันทร์ไม่หมุนรอบตัวเองทำให้มันหันด้านเดียวเข้าหาโลก	58
13. อีกลฟากของดวงจันทร์มีตลอดเวลา	60
14. ดวงจันทร์เป็นสาเหตุเดียวของน้ำขึ้นน้ำลง	63
15. บนดวงจันทร์ไม่มีแรงโน้มถ่วง	66
16. พื้นผิวของดวงจันทร์สะท้อนแสงได้ดีเยี่ยม	68

➡ เทคโนโลยี	
17. ยานอวกาศในภาพยนตร์ค่อย ๆ หยุตหลังดับเครื่องยนต์	72
18. สถานีอวกาศไม่ได้รับอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงโลก	76

➡ ดาวฤกษ์	
19. ดาวฤกษ์กะพริบ ดาวเคราะห์ไม่กะพริบ	82

➡ เรื่องอื่น ๆ	
20. ฤดูเกิดจากการที่โลกโคจรเป็นวงรี	88
21. เราไม่รู้สึกละโลกกำลังหมุนรอบตัวเองเพราะอัตราเร็วเชิงเส้นของมันต่ำมาก	93

คำนำ

“การหลอกคนง่ายกว่าทำให้
คนที่ถูกหลอกรู้ว่าโดนหลอกไปแล้ว”

Mark Twain

(นักเขียนผู้ยิ่งใหญ่ชาวอเมริกัน, 1835-1910)

ในแง่หนึ่ง “ความเข้าใจผิดอันตรายกว่าความไม่เข้าใจ” เพราะคนที่เข้าใจว่าตัวเองเข้าใจนั้นอาจเผยแพร่ความเข้าใจผิด ๆ ไปยังคนอื่น ๆ ได้ ในขณะที่คนที่ไม่เข้าใจมักจะไม่นำทอดความไม่เข้าใจนั้นต่อได้ อีกอย่างคนที่เข้าใจผิดส่วนมากมักจะยึดความเข้าใจผิด ๆ นั้นไว้นั่นเสียจนยากจะมีคนมาคลายความเข้าใจผิดนั้นออก

ความเข้าใจผิดจึงแทรกซึมอยู่ในความรู้ทุกเรื่องทุกวงการ ตั้งแต่วิทยาศาสตร์ ปรัชญา ศาสนา การใช้เทคโนโลยี ประเพณี การเมือง จนถึงประวัติศาสตร์ ซึ่งแต่ละเรื่องมีสาเหตุแห่งความเข้าใจผิดแตกต่างกันออกไป

แต่ถ้าเราเจาะจงมองเฉพาะความเข้าใจผิดในวิทยาศาสตร์เท่านั้น เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ เรื่องผ่านการวิจัยและวิธีคิดอย่างเป็นระบบ ผลที่ตามมาคือมันมีความซับซ้อน ดังนั้นคำอธิบายผิด ๆ หรือไม่รัดกุมที่ไม่ซับซ้อนจึงถูกยอมรับได้ง่ายกว่า บางครั้งมันมีที่มาจากการจับแพะชนแกะซึ่งเป็นการพยายามสร้างข้อสรุปจากข้อเท็จจริงคนละชุดที่ไม่สามารถนำมาเชื่อมโยงกันได้

สุดท้ายมันก็ลุกลามไปอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อผ่านกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ ยิ่งผ่านออกจากปากครูผู้สอนก็ยิ่งดูน่าเชื่อถือ จนเมื่อเวลาผ่านไปนานปี ความเข้าใจผิดต่าง ๆ ได้ฝังรากลึกลงในการศึกษาและความเข้าใจของผู้คนในสังคมไปเรียบร้อยแล้ว

สำหรับนักเรียนนักศึกษา ความเข้าใจผิดต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักฐานหนึ่งที่บอกว่า ตรรกะและหลักการของเรายังไม่แข็งแกร่งและชัดเจนพอจะใคร่ครวญและปฏิเสธสิ่งเหล่านี้

คำถามคือแล้วเราจะ “ขัด” สนิมแห่งความเข้าใจผิดออกไปได้อย่างไร

อย่างแรกคือ การสำรวจตัวเองว่าเข้าใจผิดอะไรบ้าง โดยการคุยกับผู้รู้บ่อย ๆ หรืออ่านหนังสือมาก ๆ หลังจากนั้นจึงค่อย ๆ แพร่ความเข้าใจที่ถูกต้องออกไปเหมือนที่ความเข้าใจผิด ๆ เคยถูกเผยแพร่ บางทีเราอาจเอาไปลองคุยกับคนอื่น ๆ ดูว่าเขาเข้าใจผิดแบบนี้หรือไม่ จริง ๆ ถ้าห้องเรียนมีชั่วโมงเรียนวิชา “แก้ความเข้าใจผิด” ในเรื่องต่าง ๆ ก็คงจะดี

ด้วยเหตุนี้หนังสือ **รวมเรื่องที่ยังเข้าใจผิดในดาราศาสตร์** จึงถือกำเนิดขึ้น

แต่พอมานึก ๆ ดู ใช่ว่าความเข้าใจผิดจะไม่มีข้อดีเสียเลยทีเดียว

ในเมื่อคนที่เข้าใจผิดนั้นเปรียบเหมือนคนที่กำลังหลงทาง แต่เมื่อปรับความเข้าใจจนถูกต้องจะมีบทเรียนจากความเข้าใจผิดมาก่อน ย่อมทำให้มีวิธีคิดที่กว้างขวางขึ้น รวมทั้งยังเข้าใจคนอื่น ๆ ที่เข้าใจผิดอีกด้วย ดังนั้นคนที่เคยเข้าใจผิดจึงมีแนวโน้มสามารถสอนคนอื่นได้ดี และอย่างน้อยความเข้าใจผิดก็บอกเราหลาย ๆ ว่ามีคนสนใจเรื่องเหล่านั้นอยู่จำนวนไม่น้อย

สนุกกับการสำรวจตัวเองนะครับ

อาจารย์จักษ์ จันทมาศ



National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)



แนวคิดของดาราศาสตร์



1. การาศาสตร์ = โหราศาสตร์

ถ้าคุณเป็นคนหนึ่งที่สนใจการดูดาว จะด้วยเหตุผลอะไรก็ตามแต่ ไม่ว่าจะดูเพราะสนใจเรื่องดวงดาว อวกาศ เอกภพ ดูเพราะอยากเอาไปอวดหญิงโง่ความโรแมนติก ดูเพราะสนใจเรื่องชะตาชีวิตและการพยากรณ์ หรือดูเพราะอยากรู้ว่าคนอื่นเขาดูดาวกันไปทำไม

สิ่งแรกที่คุณควรจะต้องรู้เกี่ยวกับการดูดาวก็คือ การทำความเข้าใจก่อนว่าความรู้เกี่ยวกับดวงดาวและเอกภพทุกวันนี้เกิดจากพื้นฐานการสังเกตวัตถุบนท้องฟ้าที่ถูกพัฒนาต่อมาอย่างเป็นระบบและกลายเป็นวิชาดาราศาสตร์ในปัจจุบัน

ต่างจากวิชาโหราศาสตร์ที่ (พยายาม) ใช้ตำแหน่งดวงดาวมาทำนายชะตาชีวิตมนุษย์

ดังนั้นคนที่เข้าใจว่านักดาราศาสตร์จะดูดวงได้นี่ ต้องปรับความเข้าใจก่อนนะครับว่ามันคนละเรื่องเลย เผลอ ๆ

คนที่ศึกษาดาราศาสตร์มากเข้า ๆ น่าจะลดความเชื่อถือโหราศาสตร์ลงด้วยซ้ำ

ดาราศาสตร์มองดวงดาวในฐานะสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติ ไม่ต่างจากก้อนหิน ดอกไม้ สายน้ำ ฯลฯ ในขณะที่โหราศาสตร์มองดวงดาวในฐานะสิ่งที่ส่งอิทธิพลต่อชีวิตมนุษย์ได้

นี่ก็แปลกดีเหมือนกันที่ดวงดาวทางโหราศาสตร์ทั้งหลายพร้อมใจกันส่งอิทธิพลมายังมนุษย์ตัวเล็ก ๆ บนผิวโลก รวากับว่าโลกเราเป็นสถานที่พิเศษสุด ๆ ในเอกภพอันกว้างใหญ่ไพศาล

แล้วสรรพสัตว์สปีชีส์อื่น ๆ นี่ถูกอิทธิพลของดวงดาวส่งผลด้วยหรือไม่หนอ?

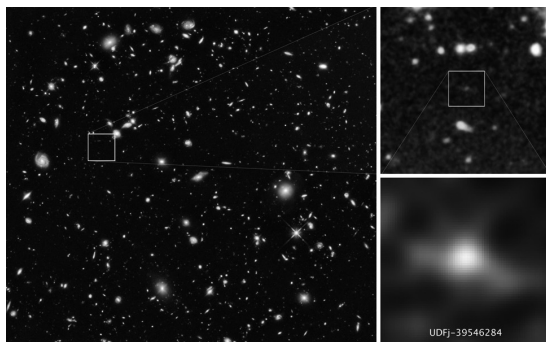
หมี หมา กา ไก่ หรือแม้แต่ลิงชิมแปนซี นี่มันมีโชคชะตาราศีที่ถูกทำนายแบบคนได้ไหม ถ้าไม่ได้ก็คงแปลกที่ดวงดาวเลือกส่งอิทธิพลต่อมนุษย์เพียงเผ่าพันธุ์เดียว แต่ถ้าดวงดาวส่งอิทธิพลต่อชีวิตสัตว์โลกทุกชนิด คำถามที่ตามมาคือ เราจะทำนายชะตาชีวิตพวกมันได้อย่างไรในเมื่อมันมีลักษณะการใช้ชีวิตสุดแสนจะแตกต่างจากเรา

ที่สำคัญตำราโหราศาสตร์นั้นเต็มไปด้วยความหลากหลายของเชื้อชาติและแหล่งที่มา ชวนให้เกิดความรู้สึกสับสนอย่างยิ่ง จนไม่รู้จะยึดถือตำราใครเป็นหลัก

ที่มีคนบอกว่าโหราศาสตร์คือ ศาสตร์แห่งสถิติที่เก็บรวบรวมข้อมูลวิถีชีวิตคนมาศึกษา ยิ่งฟังดูน่าฉงนฉงาย เพราะถึงแม้ว่าทุกวันนี้เทคโนโลยีจะก้าวหน้าขึ้นมากแต่การเก็บข้อมูลชะตาชีวิตและลักษณะนิสัยคนยังเป็นเรื่องยากอยู่ดี

โหราศาสตร์มีการเลือกกลุ่มตัวอย่างมาเก็บข้อมูลอย่างไร? กลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือแค่ไหน? รูปแบบของชะตาชีวิตคนเรานั้นหลากหลายมาก อีกทั้งรูปแบบการจัดเรียงตำแหน่งของดวงดาวก็หลากหลายมากเช่นกัน คำถามคือโหราศาสตร์มีการจัดการข้อมูลและจับคู่ความหลากหลายเช่นนี้ได้อย่างไร?

ดังนั้นแยกสองศาสตร์นี้ออกให้ขาดออกจากกันนะครับ เพราะสุดท้ายแล้วถึงแม้ทั้งสองศาสตร์จะสังเกตตำแหน่งของดวงดาวเหมือนกัน แต่เอาเข้าจริงแล้วการพยายามลงลึกในรายละเอียดนั้นต่างกันราวฟ้ากับเหว



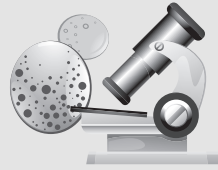
ภาพที่ 1 ภาพถ่ายกาแล็กซี UDFj-39546284

ไม่สิ ฟังก์ชันเหล่านี้ห่างกันน้อยไป ต้องบอกว่าต่างกัน
ราว ๆ กาแล็กซีทางช้างเผือกถึงกาแล็กซี UDFj-39546284
ซึ่งเป็นกาแล็กซีที่ไกลที่สุดที่มนุษย์เรารู้จัก (ภาพที่ 1 จุดสี
ขาวในกรอบสี่เหลี่ยมของภาพ)

ปลายทางของโหราศาสตร์คือการสังเกตตำแหน่งของ
ดวงดาวแล้วแปลความหมายกลับมาเชื่อมโยงกับชะตาชีวิต
มนุษย์ ในขณะที่ดาราศาสตร์สังเกตตำแหน่งของดวงดาว วัด
ความสว่าง คู่อันดับของดวงดาว รวมทั้งสังเกตสิ่งอื่น ๆ เช่น
กาแล็กซี เนบิวลา ฯลฯ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลกับ
ทฤษฎีและหลักฐานอื่น ๆ เพื่อทำความเข้าใจธรรมชาติของ
พวกมัน

สุดท้ายแล้วดาราศาสตร์นั้นวางอยู่บนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ

1. การสังเกต
2. ตั้งคำถาม
3. สร้างสมมติฐาน
4. ทดลองหรือหาหลักฐาน
5. สรุปผล



เห็นอะไรไหมครับ ทั้งสองศาสตร์นั้นเหมือนกันแค่การสังเกตเพียงอย่างเดียวแต่ที่เหลื่อต่างกันหมด

รู้ไหมครับว่าทำไมการ “สรุปผล” จึงเป็นขั้นตอนท้ายสุดของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นั่นเพราะการไม่ด่วนสรุปอะไรก่อนจะหาหลักฐานหรือทดสอบเป็นหัวใจอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์นั่นเอง



National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

วัตถุนันทองฟ้า





2. ดาวเหนือเป็นดาวที่สว่างที่สุดบนท้องฟ้าตอนกลางคืน

ดาวเหนือ เป็นดาวดวงหนึ่งที่จัดได้ว่าอยู่ในดาวประเภทที่โด่งดัง เนื่องจากมันไปปรากฏตัวอยู่ในสื่อมากมาย ทั้งในหนัง ในชื่อเพลง ชื่อการ์ตูน (หมัดเทพเจ้าดาวเหนือ) ฯลฯ เมื่อโด่งดังก็เป็นธรรมดาที่จะมีข่าวลือผิด ๆ ออกมาอยู่เสมอ สิ่งหนึ่งที่ดาวเหนือมักถูกเข้าใจผิด คือ ดาวเหนือเป็นดาวที่สว่างที่สุดบนท้องฟ้ายามค่ำคืน

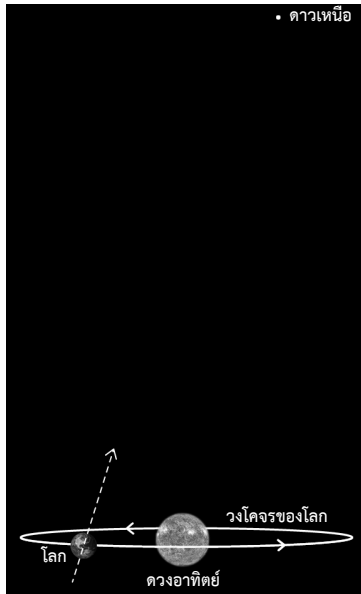
ในความเป็นจริง ถ้าไม่นับดวงอาทิตย์กับจันทร์เต็มดวง วัตถุท้องฟ้าที่สว่างที่สุด คือ ดาวศุกร์ รองลงมา คือ ดาวพฤหัสบดี ดาวอังคาร ดาวพุธ และดาวเสาร์ ตามลำดับ จากนั้นจึงเป็นดาวซีริอัส ซึ่งเป็นดาวฤกษ์ที่สว่างบนท้องฟ้ารองจากดวงอาทิตย์

ส่วนดาวเหนือมันสว่างน้อยกว่าดาวอื่น ๆ บนท้องฟ้า ราวสี่สิบดวงทีเดียว พุดง่าย ๆ คือมันไม่ค่อยสว่างทำให้เราไม่สามารถสังเกตเห็นง่าย ๆ แถมในประเทศไทยยังมองเห็น ดาวเหนือสูงจากขอบฟ้าขึ้นมาไม่กี่องศา (มากที่สุดราว 19 องศา เท่านั้น) ทำให้มันอาจถูกบังโดยภูเขาหรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ได้ง่ายอีกต่างหาก

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากดาวเหนือเป็นดาวที่ไม่ขึ้นไม่ตก หรือพุดง่าย ๆ ก็คือเป็นดาวที่ไม่เปลี่ยนตำแหน่งบนท้องฟ้าเลย แม้แต่ตอนกลางวันดาวเหนือก็อยู่ตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้า แต่เรามองไม่เห็นมันเนื่องจากแสงสว่างของดวงอาทิตย์กลบแสงของมัน สมบัติข้อนี้ทำให้ดาวเหนือถูกใช้ในการหาทิศได้

แล้วทำไมดาวเหนือจึงไม่เปลี่ยนตำแหน่ง?

เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเองเราจึงเห็นดวงดาวบน ท้องฟ้าหมุนไปรอบ ๆ แต่เนื่องจากแกนโลกของเราชี้ไปยัง ดาวเหนือพอดี ทำให้เราเห็นมันอยู่ตำแหน่งเดิมบนท้องฟ้า ตลอดเวลา (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงภาพจำลองแกนของโลกที่ชี้ไปยังดาวเหนือ

แต่มันก็ไม่ได้หยุดนิ่งแบบเป๊ะ ๆ นะครับ

เพราะถ้าถ่ายภาพดาวบนท้องฟ้าแล้วเปิดหน้ากล้องค้างไว้เพื่อรวมแสง เราจะได้ภาพถ่ายที่เรียกว่า เส้นแสงดาว (Star trails) อย่างภาพที่ 3 จะเห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไป ดวงดาวต่าง ๆ ล้วนเดินทางเป็นวงกลมรอบจุด ๆ หนึ่ง

ตำแหน่งดาวที่อยู่ใกล้กับศูนย์กลางวงกลมก็คือดาวเหนือ
ครับ จะเห็นว่ามันเคลื่อนที่เล็กน้อย



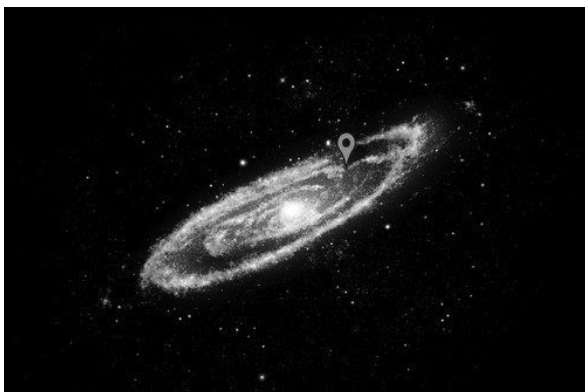
ภาพที่ 3 ภาพถ่ายเส้นแสงดาว

เกร็ดความรู้ของดาวเหนือ

- ดาวเหนือ มีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการว่า ดาวโพลาริส แท้จริงแล้วดาวโพลาริสไม่ใช่ดาวฤกษ์ดวงเดียว แต่เป็นระบบดาวฤกษ์ 3 ดวงที่โคจรรอบกันและกัน

- แกนโลกเปรียบเสมือนลูกข่างที่มีการส่ายไปมาเป็นวงกลม ครอบรอบทุก ๆ 26,000 ปี ดังนั้นในอนาคตอีก 12,000 ปี ดาวเหนือจะไม่ใช่ดาวโพลาริสแต่จะกลายเป็นดาวवेกาในกลุ่มดาวพิณ

๓. เราเห็นทางช้างเผือกเป็น รูปกังหันเต็ม ๆ ได้



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งของระบบสุริยะในกาแล็กซีทางช้างเผือก

กาแล็กซี คือ หมู่บ้านของดวงดาวที่มาอยู่รวมกันจำนวนมาก ซึ่งมีหลายรูปร่างลักษณะ ทางช้างเผือกเป็นกาแล็กซีรูปกังหันแบบมีคานตรงกลาง (Barred spiral galaxy) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณหนึ่งแสนปีแสง

ระบบสุริยะของเราก็อยู่ในกาแล็กซีนี้โดยอยู่บริเวณขอบของกาแล็กซี ดังนั้นเราจึงไม่สามารถมองเห็นกาแล็กซีทางช้างเผือกแบบเต็ม ๆ ทั้งกาแล็กซีได้ เนื่องจากเราเองก็อยู่ภายในกาแล็กซี เปรียบเหมือนกับเรานั่งอยู่ในบ้านย่อมไม่สามารถมองเห็นบ้านทั้งหลังแบบเต็ม ๆ ได้

ทางเดียวที่จะมองเห็นบ้านทั้งหลังได้ก็คือ เราต้องออกไปนอกบ้านเสียก่อน

แต่ทุกวันนี้ ยานอวกาศที่มนุษย์สร้างออกไปได้ไกลที่สุดคือยานอวกาศวอยเอจเจอร์ 1 โดยหลุดออกไปยังขอบระบบสุริยะเท่านั้น

ดังนั้นภาพที่เราเห็นเป็นกาแล็กซีทางช้างเผือกเป็นก้างหมีก็อาจไม่ใช่ภาพกาแล็กซีทางช้างเผือกจริง ๆ

แล้วเราจะมองเห็นกาแล็กซีทางช้างเผือกปรากฏอย่างไรบนท้องฟ้า

ลองอ่านหัวข้อถัดไปเลยครับ

๔. ทางช้างเผือกปรากฏให้เราเห็นชัดเจนเหมือนในรูปถ่าย

หากเราหารูปทางช้างเผือกในอินเทอร์เน็ต เรามักจะเห็นรูปแบบนี้



ภาพที่ 5 แสดงภาพถ่ายกาแล็กซีทางช้างเผือกจากบนโลก

ภาพที่เห็นนี้ คือ ภาพทางช้างเผือกจากมุมมองของเรา

ลองนึกภาพกาแล็กซีทางช้างเผือกมีลักษณะคล้าย ๆ ไข่ดาว นะครับ เนื่องจากเราอยู่บริเวณขอบ ๆ ของไข่ดาวเราจึงไม่

สามารถมองเห็นไข่ดาวเต็มใบได้ แต่เราสามารถมองเข้าไปในบริเวณไข่แดงตรงกลาง และไข่ขาวที่อยู่รอบ ๆ ได้ พุดง่าย ๆ ว่ามองตัดผ่านเข้าไปนั่นเอง

แต่สิ่งที่สายตามนุษย์เรามองเห็นไม่เหมือนภาพถ่ายนี้นะครับ

ทางช้างเผือกนั้นมีลักษณะเป็นเหมือนเมฆบาง ๆ บนท้องฟ้าที่ไม่ยอมเคลื่อนที่ไปไหนอย่างรวดเร็วเหมือนเมฆทั่วไป ปรากฏเป็นสีขาวจาง ๆ จึงถูกเรียกว่า ทางน้ำนม (Milky Way)

กาลิเลโอ กาลิเลอี นักดาราศาสตร์ชาวอิตาลีเคย ใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องไปศึกษาทางช้างเผือก พบว่าเมฆลึกลับดังกล่าวประกอบไปด้วยดาวมากมายเต็มไปหมด

แล้วทำไมภาพถ่ายถึงเห็นดาวดวงชัดเจนขนาดนี้?

คำตอบ คือ มันเป็นเทคนิคการถ่ายภาพครับ

ภาพที่เห็นเกิดจากการเปิดรูรับแสงค้างไว้นานหลายวินาที เพื่อรวบรวมแสงให้ได้มากที่สุด จากนั้นนำไปตกแต่งภาพด้วยโปรแกรมแต่งภาพอีกที ทำให้เราเห็นทางช้างเผือกชัดเจน นักถ่ายภาพบางคนถ่ายทางช้างเผือกไว้หลายภาพ แล้วนำภาพที่ได้มาซ้อนกันจนภาพมีรายละเอียดมากขึ้นอีก

หลายคนอาจคิดว่าภาพถ่ายเหล่านี้หลอกลวงเรา! ทำให้เราเข้าใจผิดความมองไปบนฟ้าแล้วจะเห็นทางช้างเผือกชัดเจนแบบนี้

จะว่าหลอกก็ได้ครับ แต่ถ้าเรารู้แล้วว่าภาพเหล่านี้เกิดจากเทคนิค เราก็สามารถมองภาพถ่ายในแง่ความสวยงามได้โดยไม่เป็นปัญหาและไม่เข้าใจผิดอีกต่อไปมิใช่หรือ?

จะว่าไปเทคนิคการเปิดหน้ากล้องมันก็แค่การรวมแสงเท่านั้น ดวงตาคนเราต่างหากที่มีประสิทธิภาพจำกัดทำให้เราไม่สามารถเปิดรับแสงมาประมวลผลที่เดียวได้แบบกล้องถ่ายภาพ ดังนั้นกล้องถ่ายรูปจึงเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่มองภาพในอีกลักษณะเท่านั้น ไม่ได้เพิ่มจำนวนดาวหรือลดจำนวนลง

จะมีเรื่องไม่จริงอยู่บ้างก็ส่วนของการตกแต่งภาพด้วยโปรแกรม แต่การแต่งภาพก็มีข้อดีมากกว่าแค่ความสวยงาม เพราะมันทำให้เราเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

๕. ดาวหางวิ่งไปทางหัว



ภาพที่ 6 ภาพถ่ายดาวหาง

จากภาพที่ 6 ดาวหางในภาพวิ่งไปทางไหน?

ก. ทางซ้าย ข. ทางขวา ค. ไม่แน่ใจ

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ค. เพราะดาวหางดวงนี้อาจจะกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้ายก็ได้ ทางขวาก็ได้

แต่คนส่วนมากเข้าใจผิดว่าดาวหางดวงนี้กำลังวิ่งไปทางซ้าย เพราะที่ไม่เข้าใจธรรมชาติของดาวหาง และนำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่เคยเห็นดังภาพข้างล่าง



ภาพที่ 7 ภาพเปรียบเทียบ

พอเห็นว่าหัวของดาวหางอยู่ทางซ้ายและหางของมันอยู่ทางขวาทำให้เกิดการเชื่อมโยงว่ามันน่าจะวิ่งไปทางหัวของมันเหมือนม้า

แต่จริง ๆ แล้วดาวหางไม่ใช่ผ้า ที่พันหัวไปทางไหนก็วิ่งไปทางนั้น

ดาวหาง คือ ก้อนน้ำแข็งก้อนใหญ่ที่มีกรวดหิน แอมโมเนีย แข็ง มีเทนแข็ง และน้ำแข็งแห้ง เป็นส่วนประกอบ ตอนมันโคจรอยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มันก็เป็นเพียงก้อนน้ำแข็งธรรมดา ๆ ที่ไม่ได้มีหาง แต่พอเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ถึงจะมีหางออกยาวออกมาให้เห็น

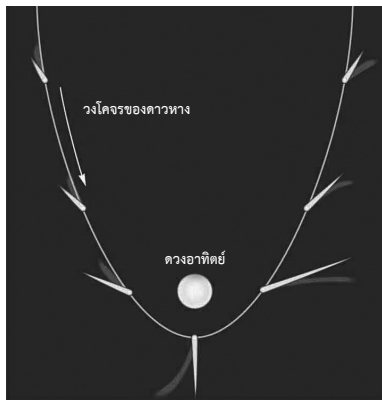
จริง ๆ จะว่าเป็นน้ำแข็งธรรมดา ๆ ก็ไม่ใช่ เพราะน้ำแข็งบางก้อนนี้ใหญ่โตเอามาก ๆ หากวัดขนาดของมันจากปลายด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งอาจยาวเป็นร้อยเมตรไปถึงสิบกิโลเมตรได้เลย (ถ้าเอามาทำน้ำแข็งไสคงเลี้ยงคนได้ทั้งกรุงเทพฯ)

แล้วทำไมหางจึงเกิดขึ้นเฉพาะตอนเข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์?

พอก้อนน้ำแข็งยักษ์โคจรมาใกล้ดวงอาทิตย์ ความร้อนจากดวงอาทิตย์จะทำให้น้ำแข็งและสารต่าง ๆ บนดาวหางเกิดการระเหิดกลายเป็นแก๊ส ซึ่งแก๊สที่ออกมานี้แหละครับคือหางของดาวหาง พอโคจรห่างดวงอาทิตย์ออกไปหางก็จะสั้นลง ๆ จนกลายเป็นก้อนน้ำแข็งสงบเสงี่ยมตามเดิม

หางของดาวหางถูกแรงดันจากแสงอาทิตย์และอนุภาคจากดวงอาทิตย์ผลักออก มันจึงมีทิศทางชี้ออกจากดวงอาทิตย์

เสมอ (ภาพที่ 8) ดังนั้นช่วงที่ดาวหางกำลังวิ่งห่างออกจากดวงอาทิตย์เราจึงเห็นมันวิ่งไปทางหางของมัน พุดง่าย ๆ ว่าวิ่งแบบเออหางนั่นเอง

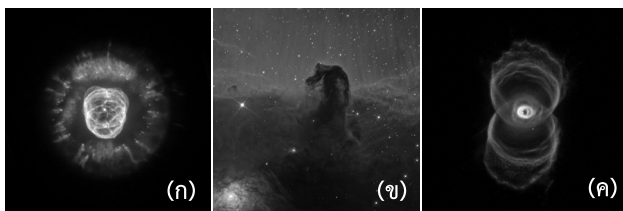


ภาพที่ 8 วงโคจรของดาวหางรอบดวงอาทิตย์

๕ 6. เนบิวลาที่มีความหนาแน่นสูงมาก

เนบิวลา คือ แก๊สและฝุ่นที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอวกาศกว่า
อากาศบนโลก เนบิวลามักปรากฏเป็นรูปร่างต่าง ๆ ที่ดูแล้ว
แปลกตาชวนจินตนาการอย่างมาก

ลองทายดูครับว่าเนบิวลาต่อไปนี้ ถูกเรียกว่าอะไรกันบ้าง



ภาพที่ 9

(ก) คำใบ้ : คน (ข) คำใบ้ : สัตว์ (ค) คำใบ้ : สิ่งของ

เฉลย

ก. เนบิวลาเอสกิโม (Eskimo Nebula)

ข. เนบิวลาหัวม้า (Horseshoe Nebula)

ค. เนบิวลานาฬิกาทราย (Hourglass Nebula)

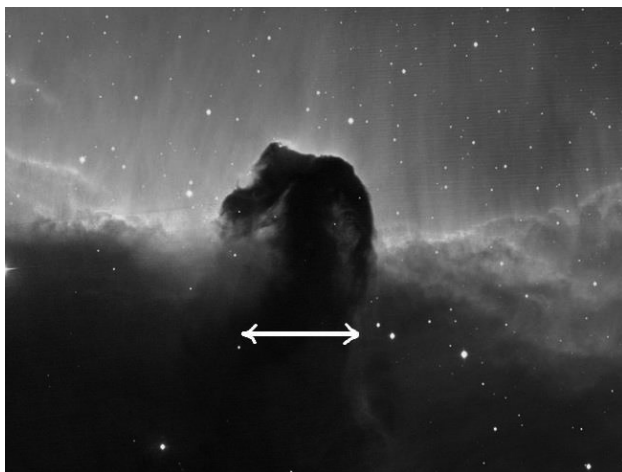
ถึงแม้เนบิวลาจะมีภาพรูปร่างมากมายหลายแบบ แต่เราอาจแบ่งประเภทของเนบิวลาแบบกว้าง ๆ ได้จากสมบัติเชิงแสงของมัน

1. เนบิวลาเปล่งแสง เป็นเนบิวลาที่ร้อนจัดจนเปล่งแสงออกมา เนื่องจากได้รับพลังงานจากดาวฤกษ์บริเวณนั้น

2. เนบิวลาสะท้อนแสง เป็นเนบิวลาที่ไม่ได้ร้อนจัด แต่สะท้อนแสงจากดาวฤกษ์บริเวณนั้น

3. เนบิวลามืด เป็นเนบิวลาที่มีมืดมืดเนื่องจากอยู่ไกลจากดาวฤกษ์ แต่เรามองเห็นได้เนื่องจากเนบิวลาดังกล่าวบังแสงที่อยู่ด้านหลัง เราจึงเห็นเป็นรูปร่างมืด ๆ เช่น เนบิวลารูปหัวม้านั่นเอง

หลายคนเข้าใจผิดว่าเนบิวลานั้นมีขนาดเล็ก แต่แท้ที่จริงแล้วมันใหญ่โตมโหฬารเอามาก ๆ ลองทายสิครับว่าเนบิวลาหัวม้านั้นใหญ่โตแค่ไหน?



ภาพที่ 10 ภาพถ่ายเนบิวลาห้วม้า

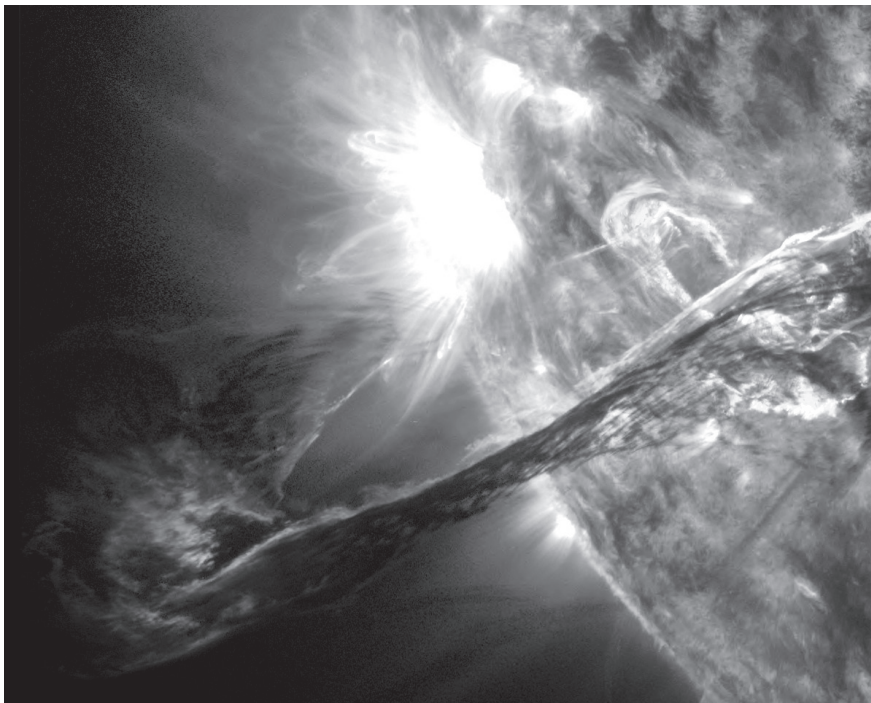
บริเวณฐานของเนบิวลาห้วมามีขนาดถึง 5 ปีแสงทีเดียว เรียกได้ว่าใหญ่กว่าระบบสุริยะไม่รู้กี่เท่า

อีกความเข้าใจผิดคือ บางคนเห็นเนบิวลาที่ส่องสว่าง แล้วคิดว่ามันมีความหนาแน่นสูงเพราะแสงสว่างนั้นจ้าและดูต่อเนื่องไปหมด ที่สำคัญคือมันสว่างจนมองไม่เห็นดาวที่อยู่ด้านหลัง (หรือเวลามองเห็นเนบิวลามืดก็คิดว่ามันคงมีความหนาแน่นสูงเสียจนบังแสงสว่างที่อยู่ด้านหลังได้)

แต่จริง ๆ แล้วเนบิวลานั้นโปร่งบางเอามาก ๆ

ในอากาศ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรมีโมเลกุลของแก๊สอยู่ประมาณ สิบล้านล้านล้านโมเลกุล แต่เนบิวลานั้นประกอบไปด้วยอะตอมแก๊ส (ส่วนมากเป็นไฮโดรเจน) เพียง 100-10,000 อะตอมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งหนาแน่นน้อยกว่าสภาพสุญญากาศที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทดลองต่าง ๆ เสียอีก เพราะหลอดสุญญากาศที่ใช้ในการทดลองก็ยังหลงเหลือโมเลกุลอากาศอยู่ราว ๆ หนึ่งล้านถึงพันล้านโมเลกุลต่อหนึ่งลูกบาศก์เซนติเมตรเลยทีเดียว

แต่เนื่องจากเนบิวลามีขนาดใหญ่โตมาก ความหนาของมันทำให้มันบังแสงได้จนมืดและเปล่งแสงได้อย่างต่อเนื่องทั่วทั้งบริเวณจนเราเผลอคิดไปว่ามันน่าจะเป็นแก๊สที่มีความหนาแน่นสูง



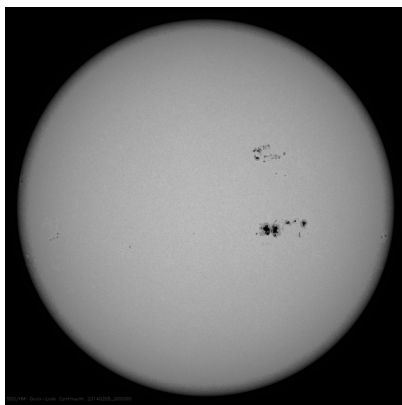
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

ดวงอาทิตย์



๗. จุดบนดวงอาทิตย์มืด

การมองดวงอาทิตย์โดยตรงนั้นทำให้เกิดปัญหาทางสายตาได้เนื่องจากแสงอาทิตย์นั้นจ่มาก ดังนั้นเราจึงต้องมองดวงอาทิตย์ผ่านกล้องแบบพิเศษที่มีตัวกรองแสง



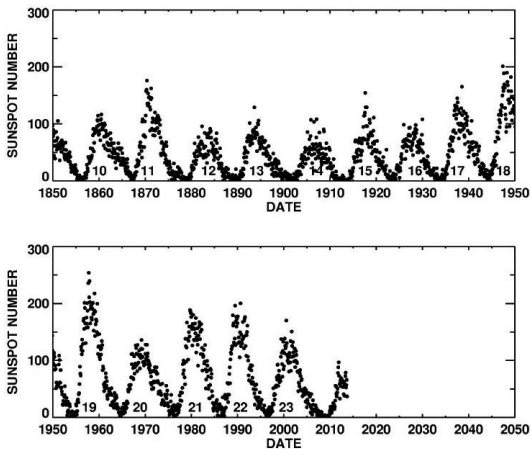
ภาพที่ 11 แสดงจุดบนดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ที่ปรากฏผ่านตัวกรองแสงไม่ได้มีความสว่าง
สม่ำเสมอเท่ากันไปหมดทุกจุด แต่จะมีบางจุดที่มืดกว่าส่วนอื่น
ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เรียกจุดเหล่านี้ว่า จุดบนดวงอาทิตย์ (Sun
spot) แต่ละจุดมีอุณหภูมิประมาณ 2,700 – 4,200 องศา
เซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าบริเวณโดยรอบที่มีอุณหภูมิประมาณ
5,500 องศาเซลเซียส เพราะผลจากปรากฏการณ์เชิงสนาม
แม่เหล็กของดวงอาทิตย์ สนามแม่เหล็กที่เข้มข้นในบางจุด
ส่งผลให้ผิวของดวงอาทิตย์ในบริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำลงจน
ปรากฏเป็นจุดบนดวงอาทิตย์

จุดเหล่านี้มีหลากหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กที่มีเส้น
ผ่านศูนย์กลางราว 16 กิโลเมตร จนถึงขนาดใหญ่มหึมาถึง
160,000 กิโลเมตร จุดบนดวงอาทิตย์ที่เราสังเกตเห็นส่วน
มากมีขนาดใหญ่กว่าโลกเราเสียอีก!! จุดที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ นี้
เราสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าเลยนะครับ อย่างตอนที่
ดวงอาทิตย์กำลังขึ้นหรือกำลังตก

เรื่องน่าสนใจอย่างหนึ่งคือ จุดเหล่านี้ไม่ได้ปรากฏอย่าง
ไร้รูปแบบเสียทีเดียวนะครับ แต่จะปรากฏมากสลับน้อยเป็น
ช่วง ๆ ชัดเจน ช่วงที่จุดมีจำนวนมากนี้นับได้เป็นร้อยจุดเลย
นะครับ แต่ช่วงที่มีจำนวนน้อยก็น้อยจนเห็นได้ไม่กี่จุดเท่านั้น

วัฏจักรดังกล่าวเรียกว่า วัฏจักรของจุดบนดวงอาทิตย์ (Sun spot cycle) จากรูปที่ 12 นี้จะเห็นเลยว่าการเก็บข้อมูลจุดบนดวงอาทิตย์นั้นไม่ใช่ง่าย ๆ เพราะถ้านับจากปีที่จุดปรากฏมากที่สุดแล้วลดต่ำลงจนแทบมองไม่เห็นไปจนถึงปีที่จุดบนดวงอาทิตย์ปรากฏมากที่สุดอีกครั้งก็นับได้ราว ๆ 11 ปี เรียกว่าเป็นวัฏจักรที่นานมากที่สุดทีเดียว ซึ่งกราฟที่เห็นนี้แสดงข้อมูลตั้งแต่ 150 ปีก่อน เรียกได้ว่างานนี้เก็บข้อมูลกันหลายชั่วอายุคน



ภาพที่ 12 แสดงการพล็อตกราฟจุดบนดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในแต่ละปี

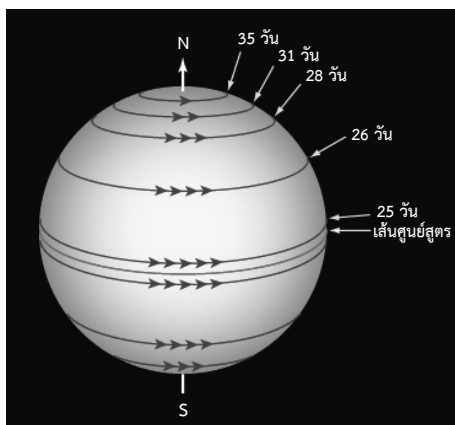
เห็นข้อมูลแบบนี้แล้วหลายคนอาจนึกไปว่าจุดเหล่านี้
ไม่สว่าง แต่ลองนึกดี ๆ นะครับ ที่เราเห็นมันเป็นจุดดำ ๆ เนี่ย
เพราะเรากรองแสงมันออกไป แต่ถ้าไม่มีเครื่องกรองแสงล่ะก็
จุดเหล่านี้สว่างยิ่งกว่าดวงจันทร์เสียอีก

คิ่ดง่าย ๆ ก็ได้รับว่าแก๊สที่มีอุณหภูมิมากถึง 2,700–
4,200 องศาเซลเซียส คงไม่มีดีแน่ ๆ อย่างน้อย ๆ มันต้อง
เปล่งแสงออกมาเช่นเดียวกับเหล็กที่โดนเผาจนร้อน

ส่วนใครที่สงสัยว่าจุดเหล่านี้เกิดขึ้นมาได้อย่างไรและ
ทำไมมันปรากฏมากเป็นช่วง ๆ ลองอ่านบทต่อไปได้เลยครับ

๘. ดวงอาทิตย์ไม่หมุน

ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเองแน่นอน แต่มันไม่ได้หมุนเหมือนลูกข้างหรือลูกฟุตบอลที่หมุนไปพร้อมกันทั้งลูก เนื่องจากดวงอาทิตย์เป็นแก๊สร้อนทั้งลูกตั้งแต่ผิวออกไปจนถึงแกนกลาง แต่ละส่วนจึงหมุนเร็วไม่เท่ากัน



ภาพที่ 13 คาบการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ที่บริเวณต่าง ๆ

บริเวณเส้นศูนย์สูตรของดวงอาทิตย์จะหมุนเร็วกว่าบริเวณขั้วครีป ซึ่งบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะหมุนครบรอบในเวลา 25 วัน แต่ที่ตำแหน่งเหนือเส้นศูนย์สูตรขึ้นมา 45 องศา จะหมุนครบรอบภายในเวลา 28 วัน

การหมุนของดวงอาทิตย์นั้นเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางสนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์รวมทั้งจุดบนดวงอาทิตย์อย่างมาก

นักวิทยาศาสตร์หลาย ๆ คนได้พยายามสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว

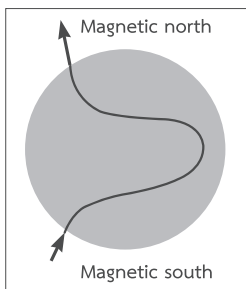
หนึ่งในนั้นคือ Horace Welcome Babcock (ค.ศ. 1912 – 2003) นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกันผู้ศึกษาและอธิบายปรากฏการณ์จุดบนดวงอาทิตย์ไว้ดังนี้

อิเล็กตรอนในแก๊สที่ประกอบกันเป็นดวงอาทิตย์นั้นเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ ดังนั้นแก๊สบนดวงอาทิตย์จึงเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี สนามแม่เหล็กในดวงอาทิตย์จึงถูก “จับ” ไว้โดยแก๊สเหล่านี้ พุดง่าย ๆ ว่าถ้าแก๊สเกิดการเคลื่อนไหวก็นจะทำให้สนามแม่เหล็กถูกลากให้เคลื่อนไหวดำเนินไปด้วย เมื่อดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง แก๊สบนดวงอาทิตย์ก็เกิดการ

ไหลเวียนทำให้สนามแม่เหล็กถูกลากเหมือนเชือกไปพันรอบ
ดวงอาทิตย์หลายรอบ

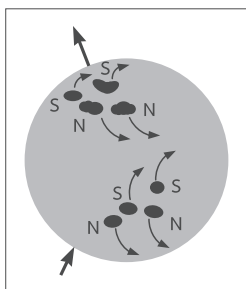
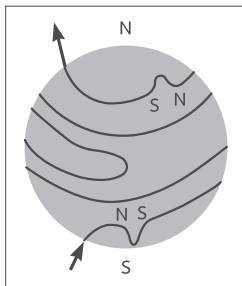
ลองนึกภาพเชือกที่พันหลาย ๆ รอบสิครับว่ามันจะ
ยุ่งเหยิงวุ่นวายขนาดไหน ในที่สุดมันจะมีบางส่วนของโผล่
ออกมานอกผิวดวงอาทิตย์ซึ่งนั่นแหละคือจุดบนดวงอาทิตย์
สนามแม่เหล็กที่โผล่ทะลุออกมาจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ
เชิงแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เรียกว่า Eddy Current Brake มาหยุดยั้ง
การพาความร้อนบริเวณนั้น

เมื่อจุดบนดวงอาทิตย์เกิดมากที่สุด สนามแม่เหล็กจะ
ค่อย ๆ เกิดการเรียงตัวใหม่และเรียบง่ายมากขึ้นจนกลับเป็น
เหมือนสนามแม่เหล็กในตอนแรก เพียงแต่มีทิศทางตรงข้าม
กับในตอนแรก จากนั้นการหมุนตัวของดวงอาทิตย์จะทำให้
สนามแม่เหล็กถูกลากจนพันกันยุ่งเหยิงอีกครั้ง ดังนั้นหาก
พิจารณาที่สนามแม่เหล็กจะพบว่าวัฏจักรของสนามแม่เหล็ก
จะครบรอบทุก ๆ 22 ปี แต่วัฏจักรจำนวนจุดบนดวงอาทิตย์
จะครบรอบทุก ๆ 11 ปี



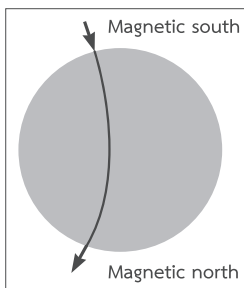
1. สนามแม่เหล็กในดวงอาทิตย์ถูกกักโดยแก๊สมีประจุไฟฟ้า เมื่อดวงอาทิตย์หมุน แก๊สจึงลากให้สนามแม่เหล็กเกิดการบิดเบี้ยว

2. สนามแม่เหล็กถูกลากเหมือนเชือกพันไปรอบดวงอาทิตย์จนยุ่งเหยิงรุงรัง และมีบางส่วน “โผล่” ออกมานอกผิวดวงอาทิตย์ทำให้เกิดจุดบนดวงอาทิตย์ขึ้น



3. จุดบนดวงอาทิตย์จะเกิดมากขึ้น ๆ เนื่องจากสนามแม่เหล็กที่พันกันยุ่งเหยิงทะลุออกมาบริเวณผิวดวงอาทิตย์มากขึ้นเรื่อย ๆ

4. ในที่สุดสนามแม่เหล็กจะเกิดการเรียงตัวใหม่จนชั่วเกิดการกลับทิศ และคลายตัวไปเริ่มต้นวัฏจักรใหม่อีกรอบ



๘ 9. แสงเหนือแสงใต้เกิดจาก แสงอาทิตย์สะท้อนน้ำแข็ง ขั้วโลก

ถ้าน้ำแข็งขั้วโลกสะท้อนแสงอาทิตย์ขึ้นสู่ท้องฟ้าจริง
ทำไมออโรราถึงมีรูปร่างเหมือนผ้ามานทอดยาวลงมาแบบนั้น
ทำไมมันไม่สะท้อนแสงเช่นนั้นตลอดเวลา ทำไมแสงออโรรา
จึงมีสีสั่นเช่นนั้น และที่สำคัญที่สุดคือทำไมมันจึงมีความ
สัมพันธ์กับช่วงเวลาการเกิดพายุสุริยะล่ะ

ความเชื่อที่ว่าแสงออโรราเกิดจากการสะท้อนแสงของ
น้ำแข็งขั้วโลกนั้นไม่สามารถตอบคำถามเหล่านี้ได้เลยเพราะ
จริง ๆ แล้วแสงออโรราเกิดจากสาเหตุอื่นครับ

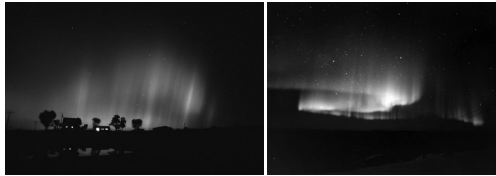
ออโรราเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดบ่อยบริเวณ
ประเทศแถบขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้

ในประเทศนอร์เวย์ และรัฐอลาสกาในอเมริกา มีโอกาสเห็นแสงออโรราเกือบทุกคืนเป็นปกติ ถ้าเป็นตอนใต้ของรัฐอลาสกา สก็อตแลนด์ และอังกฤษ อาจจะเห็นได้เดือนละครั้งหรือเป็นสิบครั้ง แม้จะไม่เกิดทุกคืนแต่ก็ไม่ได้หายาก ถ้าเป็นพรมแดนของสหรัฐกับแคนาดา อาจจะเห็นได้ราว ๆ ปีละสองถึงสี่ครั้ง ส่วนทางตอนใต้ของอเมริกากับประเทศเม็กซิโกอาจจะเห็นมันเกิดขึ้นสักครั้งสองครั้งในรอบร้อยปี นอกจากนี้เรายังเห็นแสงออโรราในอเมริกาใต้ นิวซีแลนด์ และออสเตรเลียได้ด้วย

ออโรมักปรากฏหลายสีผสม ๆ กัน ซึ่งสีที่เห็นบ่อย ๆ มักเป็นแสงสีเขียวส่องอยู่บนท้องฟ้ายามค่ำคืน ลักษณะเหมือนผ่าม่านหรือริบบิ้นสีเขียวปรากฏบนท้องฟ้า (ภาพที่ 15) แต่บางครั้งเราอาจเห็นแสงออโรราสีแดงได้ โดยแสงสีแดงจะปรากฏในตำแหน่งสูงกว่าแสงสีเขียว (ภาพที่ 16) ถ้ามองจากสถานที่ไกล ๆ อาจนึกว่าเป็นไฟฟ้าได้



ภาพที่ 15 แสงออโรรา



ภาพที่ 16 แสงออโรรา

ปรากฏการณ์สวยงามขนาดนี้เป็นใครก็ต้องสนใจละครับ
ว่ามันเกิดขึ้นได้อย่างไร จึงไม่น่าแปลกที่มนุษย์ต่างเผ่าต่าง
เชื้อชาติต่างมีคำอธิบายต่อปรากฏการณ์ลึกลับนี้ต่าง ๆ กัน
ออกไป

ชาวครี (Cree) ซึ่งเป็นชนพื้นเมืองของประเทศแคนาดา เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “การเต้นรำของดวงวิญญาณ”

ชาวอินูอิตหรือที่เราคุ้นในชื่อเอสกิโมที่อาศัยอยู่ใน กรีนแลนด์และแคนาดา เชื่อว่าออโรราคือการสื่อสารจาก เหล่าบรรพบุรุษผู้ล่วงลับไปแล้ว

ชนเผ่าไวคิงที่เป็นชนเผ่าเก่าแก่ที่เก่งกาจในการเดินเรือ เชื่อว่าแสงออโรราคือแสงสะท้อนจากชุดเกราะของนักรบสตรี ที่สามารถบินอยู่เหนือสนามศึกโดยพวกนางได้ตัดสินใจละลายชีพ ในสงครามในตำนาน

คำอธิบายหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้จากเรื่องราวปรัมปรามาจาก สูดยอดนักประดิษฐ์และรัฐบุรุษแห่งอเมริกา เบนจามิน แฟรงคลิน (ค.ศ. 1705 – 1790) เขาตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบาย ปรากฏการณ์นี้ได้ที่น่าสนใจว่า ประจุไฟฟ้าที่ขั้วโลกมีมาก เนื่องจากหิมะและความชื้น ซึ่งการปลดปล่อยประจุไฟฟ้า ส่วนเกินออกสู่อวกาศทำให้เกิดแสงออโรรา

ทว่าคำอธิบายของท่านแฟรงคลินก็ยังไม่ถูกต้อง



NARIT

National Astronomical Research Institute
of Thailand (Public Organization)

ในปี ค.ศ. 1896 ความเข้าใจใหม่เกี่ยวกับแสงออโรรามาจากนักวิทยาศาสตร์ ชาวนอร์เวย์ ชื่อคริสเตียน เบอคีแลนด์ (ภาพที่ 17) โดยเขาเสนอว่าแสงออโรราเกิดจากอนุภาคมีประจุไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ถูกสนามแม่เหล็กโลกดักจับเข้าสู่บริเวณขั้วโลกจริงๆแล้วเขาไม่ใช่คนแรกที่เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับอนุภาคจากดวงอาทิตย์ แต่ผลงานของเขาโดดเด่นเนื่องจากเขาสามารถทำการทดลองในเรื่องนี้ได้



ภาพที่ 17 คริสเตียน เบอคีแลนด์
(Kristian Birkeland : ค.ศ. 1867-1917)

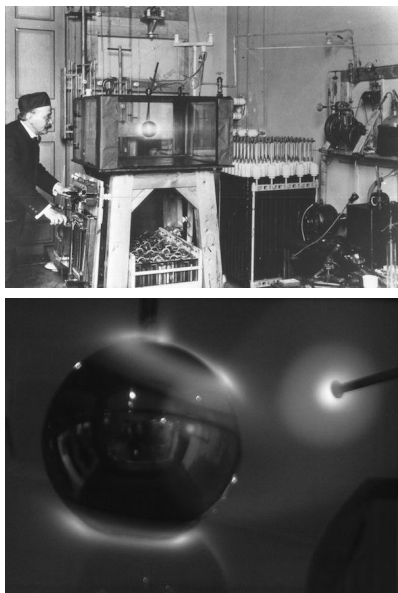


เบอคีแลนด์เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถมาก นอกจากผลงานเรื่องการอธิบายปรากฏการณ์แสงออโรรา เขายังคิดค้นปืนไฟฟ้าแบบ Coilgun หรือที่เรียกกันว่าเป็น ขดลวด (ภาพที่ 18) อีกทั้งยังคิดค้นกระบวนการตรึงไนโตรเจน จากอากาศ ที่เรียกว่า Birkeland–Eyde process ซึ่งเป็น หนึ่งในกระบวนการผลิตปุ๋ยไนโตรเจนด้วย

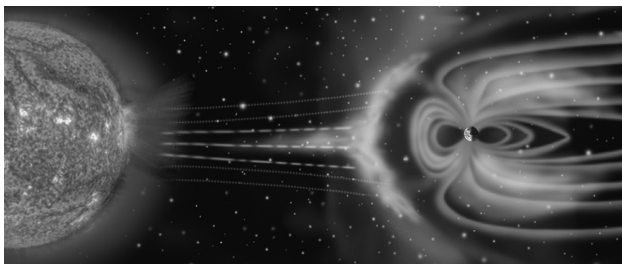


ภาพที่ 18 ปืนไฟฟ้าแบบ Coilgun

ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับออโรรา เขาสร้าง “โลกจำลองในกล่องแก้ว” เรียกว่า Terrella ลักษณะการทดลองคือกล่องแก้วสุญญากาศที่ภายในคือทรงกลมเหล็กที่ถูกทำให้มีสภาพแม่เหล็ก ทรงกลมเหล็กนี้เองคือ โลก ซึ่งถูกชนด้วยอิเล็กตรอนจำนวนมาก ผลลัพธ์คือ เกิดแสงเหมือนแสงออโรราที่ทรงกลมเหล็ก (ภาพที่ 19)

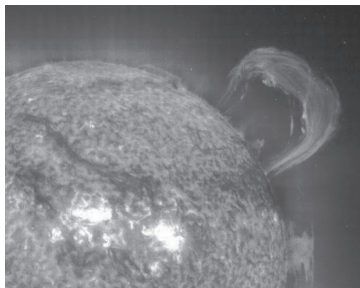


ภาพที่ 19 แสดงการทดลองการเกิดแสงออโรราของเบอคีแลนด์



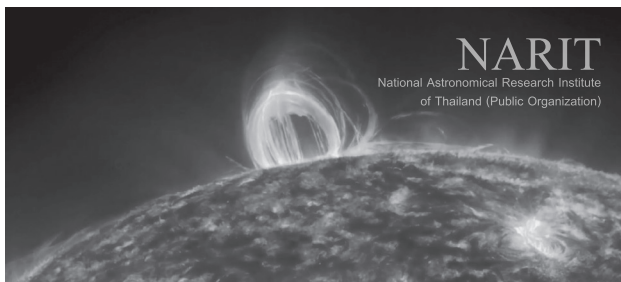
จากการที่โลกมีสนามแม่เหล็กแผ่ออกไปรอบ ๆ ทำให้
เราสรุปได้ว่า อนุภาคมีประจุจากดวงอาทิตย์ที่พุ่งเข้าชนโลก
อย่างต่อเนื่องคือสาเหตุของแสงออโรรา ปัจจุบันเราเรียก
กระแสนุภาคมีประจุเหล่านี้ว่า ลมสุริยะ (Solar wind)

ลมสุริยะ คือ อนุภาคมีประจุไฟฟ้าที่พุ่งออกมาจาก
ดวงอาทิตย์ ได้แก่ โปรตอนและอิเล็กตรอน ซึ่งอนุภาคเหล่านี้
เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วราว ๆ 1.5 ล้านกิโลเมตรต่อชั่วโมง
(ประมาณ 40 เท่าของความเร็วที่ยานอวกาศต้องใช้ใน
การหลุดจากแรงโน้มถ่วงโลก) กระแสนุภากดังกล่าวบางที
ก็ถูกทำให้เร็วขึ้นได้ จากพวยแก๊สขนาดใหญ่ที่ระเบิดบน
ดวงอาทิตย์ที่เรียกว่า การปลดปล่อยมวลโคโรนา (Coronal
mass ejection : CME) ภาพที่ 20 เป็นรูปพวยแก๊สขนาดใหญ่
ที่ออกมาจากดวงอาทิตย์



ภาพที่ 20 การปลดปล่อยมวลโคโรนาของดวงอาทิตย์

อนุภาคมีประจุไฟฟ้าที่มาถึงโลกจะชนกับอะตอมหลัก ๆ ก็คืออะตอมของไนโตรเจนและออกซิเจน ที่ความสูงราว ๆ 80 – 300 กิโลเมตร สูงเหนือปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศทั้งปวง ซึ่งการชนดังกล่าวจะถ่ายทอดพลังงานสู่อะตอมเหล่านั้น ทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานออกมาจนเกิดเป็นแสงออโรรา นั้นเอง





10. ดวงอาทิตย์คือไฟที่กำลัง ลุกไหม้เหมือนไฟบนโลก

เปลวไฟแบบกองไฟที่เราก่อตอนไปค่ายลูกเสือมันจะ
เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

1. เชื้อเพลิง เช่น ฟืน ใบไม้แห้ง
2. แก๊สออกซิเจน
3. ความร้อนพอที่ไฟจะลุก

ดวงอาทิตย์นั้นอยู่ในอวกาศซึ่งโดยรอบไม่มีแก๊สออกซิเจน
อยู่เลย ดังนั้นมันจึงไม่ใช่เปลวไฟแบบทั่วไปที่เราพบเห็น
บนโลกแน่ ๆ อีกอย่างคือ ต่อให้อวกาศมีอากาศอยู่แล้ว
ดวงอาทิตย์เป็นเหมือนเปลวไฟบนโลกที่ลุกไหม้ มันควรจะ
ดับมอดลงไปนานแล้ว ไม่สามารถส่องสว่างมาได้ถึงทุกวันนี้

แล้วดวงอาทิตย์เป็นเปลวไฟแบบไหน?

ดวงอาทิตย์ประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนเป็นหลัก ซึ่งแก๊สไฮโดรเจนที่รวมกันเป็นดวงอาทิตย์นั้นมีอยู่มากมายมหาศาล แก๊สเหล่านี้ดึงดูดกันด้วยแรงโน้มถ่วงทำให้ดวงอาทิตย์มีลักษณะเป็นรูปทรงกลม ๆ ขนาดใหญ่โต กลุ่มแก๊สที่เกิดการอัดแน่นด้วยแรงอัดสูงขนาดนี้ส่งผลให้แก๊สเหล่านี้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากพลังงานแรงโน้มถ่วงเปลี่ยนเป็นความร้อนนั่นเอง

อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลตามมาสองอย่าง อย่างแรกคือ แก๊สไฮโดรเจนเริ่มเป็นอิสระจากกันมากขึ้นและกลายเป็นนิวเคลียสของไฮโดรเจนกับฮีเลียมที่รวบรวบเข้าด้วยกันอย่างที่สองคือ เมื่อแก๊สมีอุณหภูมิสูงขึ้นก็แปลว่าโดยเฉลี่ยแล้วนิวเคลียสไฮโดรเจนเหล่านี้จะวิ่งไปมาได้เร็วขึ้น การที่มันวิ่งเร็วขึ้นจะส่งผลให้ทำให้พวกมันมีโอกาสชนกันอย่างรุนแรงมากขึ้น ซึ่งที่อุณหภูมิไม่สูงมากปกติแล้วมันไม่ค่อยจะชนกันนะครับ เพราะนิวเคลียสของไฮโดรเจนมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกเหมือนกันทำให้มันผลักกัน แต่ดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงมากจนมันวิ่งเร็วเสียจนชนกันเองได้ และเมื่อเกิดการชนกันก็มี

โอกาสรวมกันกลายเป็นธาตุที่หนักขึ้นอย่างฮีเลียมแล้วปล่อยพลังงานออกมา

นักฟิสิกส์เรียกปรากฏการณ์ที่นิวเคลียสของธาตุวิ่งมาชนกัน เกิดเป็นธาตุใหม่ที่ใหญ่ขึ้นแล้วคายพลังงานออกมาว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน

ดังนั้นดวงอาทิตย์จึงเป็นกลุ่มแก๊สขนาดใหญ่ที่เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์อยู่ตลอดเวลาและปลดปล่อยออกมาสู่โลกเราอย่างต่อเนื่องนั่นเอง



National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

ดวงจันทร์





11. จันทรเสี้ยวข้างขึ้นข้างแรม เกิดจากเงาของโลก

นี่เป็นความเข้าใจผิดที่แพร่หลายกว้างขวางที่สุดอย่างหนึ่งในบรรดาความเข้าใจผิดในดาราศาสตร์เลยครับ เรียกได้ว่าเข้าใจผิดกันทั่วโลกเลยก็ว่าได้!!

ลองถามคนรอบตัว ๆ คุณก็ได้ครับว่าอะไรเป็นสาเหตุให้ดวงจันทร์มีลักษณะเป็นเสี้ยวข้างขึ้น-ข้างแรมส่วนมากมักจะตอบว่าเกิดจากเงาของโลกที่ทอดยาวไปสู่ดวงจันทร์ทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์ปรากฏเป็นเสี้ยว

แต่จริง ๆ แล้วไม่ใช่ครับ



ภาพที่ 21

ดวงจันทร์ไม่เต็มดวง
จากปรากฏการณ์
ข้างขึ้น-ข้างแรม

วิธีพิสูจน์ว่ามันไม่จริงนั้นง่ายมาก ลองสังเกตดวงจันทร์
ตอนมันแหวกไปเล็กน้อยนะครับ จะพบว่ามันมีหน้าตาแบบนี้
(ภาพที่ 21)

ลักษณะแบบนี้ไม่ได้เกิดจากการที่เงาของโลกทอดไปบัง
แน่นอน



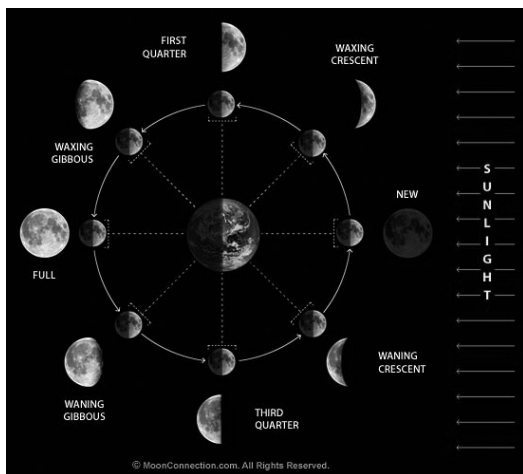
ภาพที่ 22
ดวงจันทร์ขณะเกิด
จันทร์ปราคาบางส่วน

เนื่องจากโลกเราเป็นทรงกลม
เหมือนลูกแตงโม ดังนั้นเงาของโลกก็
ต้องเป็นรูปวงกลมแน่ ๆ ไม่ว่าแสงจะ
ส่องจากมุมไหนก็ตาม แต่จากรูปที่เห็น
มันไม่ใช่โค้งที่เกิดจากขอบเงาของโลก

ถ้าเงาของโลกทอดตัวไปยัง
ดวงจันทร์ เราควรจะได้เห็นดวงจันทร์
มีหน้าตาแบบนี้ต่างหาก (ภาพที่ 22)

ดวงจันทร์ที่เห็นในภาพที่ 22 นี้คือปรากฏการณ์
จันทร์ปราคา เกิดจากการที่เงาของโลกของเราทอดไปยังดวงจันทร์
พอดี แต่เนื่องจากวงโคจรของโลกและดวงจันทร์ไม่ได้ซ้อนอยู่
ในแนวเดียวกันเป๊ะ ๆ แต่เหลื่อมกันอยู่ทำให้จันทร์ปราคาไม่
ได้ปรากฏให้เราเห็นทุกเดือน

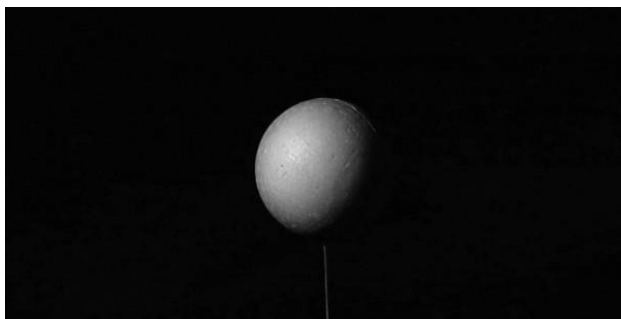
สรูปจันทร์เสี้ยวที่เราเห็นกันอยู่บ่อย ๆ มันเกิดจากอะไร?
 ตอบ เกิดจากการที่เรามองดวงจันทร์จากตำแหน่งที่
 แตกต่างกัน



ภาพที่ 23 อธิบายการเกิดเสี้ยวของดวงจันทร์

ดวงจันทร์โคจรรอบโลกเรากว่าจะครบรอบก็ใช้เวลา
 เกือบเดือน ตอนที่ดวงจันทร์เปลี่ยนตำแหน่งรอบโลกในแต่ละ
 วันทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์จากมุมต่าง ๆ กัน ส่งผลให้
 หน้าที่เราเห็นดวงจันทร์ที่เห็นเกิดเป็นเสี้ยวข้างขึ้นข้างแรมต่างกัน
 ไปในแต่ละคืน

ลองเอาส้มมาส่องไฟฉายไว้แล้วเดินไปรอบ ๆ ผลส้มเพื่อ
มองจากมุมต่าง ๆ ก็ได้ครับ



ภาพที่ 24

หากไฟฉายคือดวงอาทิตย์ ผลส้มก็คือดวงจันทร์ที่เรา
มองเห็นในแต่ละคืนนั่นเอง ถ้าทำการทดลองนี้ในห้องมืด
สักหน่อยจะเห็นชัดเลย



12. ดวงจันทร์ไม่หมุนรอบตัวเองทำให้มันหันด้านเดียวเข้าหาโลก

ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลกตลอดเวลาอันเป็นความจริงครับ แต่ที่มันเป็นเช่นนั้นก็เพราะมันหมุนรอบตัวเอง ถ้าดวงจันทร์ไม่หมุนรอบตัวเองมันไม่มีทางหันด้านเดียวเข้าหาโลกได้แน่ ๆ



ภาพที่ 25

สมมติว่าเหรียญอันสี่ทองอันเล็ก ๆ เป็นดวงจันทร์ ส่วนเหรียญอันใหญ่ ๆ สีเงินเป็นโลกนะครับ จะสังเกตได้ว่าเหรียญเล็ก ๆ โคจรรอบ ๆ เหรียญใหญ่ โดยที่รูปคนบนเหรียญเล็ก ๆ หันหัวเข้าหาเหรียญใหญ่ตลอดการโคจรไม่ต่างอะไรกับดวงจันทร์

คราวนี้ลองมองที่เหรียญในแต่ละตำแหน่งนะครับ ถ้าตัดออกมาเรียงกันจะได้รูปนี้ จะเห็นชัดเจนเลยว่าเหรียญมีการหมุนรอบตัวเองด้วย ซึ่งมันหมุนรอบตัวเองในอัตราเดียวกับที่มันโคจรรอบโลก

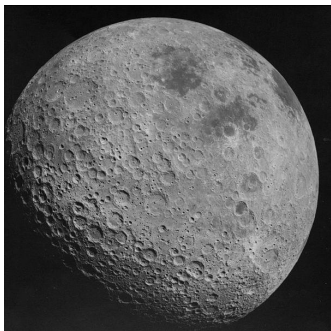


ภาพที่ 26

พูดง่าย ๆ ว่ามันโคจรรอบโลก 1 รอบ ด้วยเวลาเท่ากับที่มันหมุนรอบตัวเอง 1 รอบพอดี ทำให้มันหันด้านเดียวเข้าหาโลกตลอดเวลา นั่นเป็นเหตุผลที่เราเห็นหลุมบนดวงจันทร์เป็นรูปกระต่ายเหมือนเดิมไม่เคยเปลี่ยนแปลง



13. อีกฟากของดวงจันทร์มืด ตลอดเวลา



ภาพที่ 27

ลองดูรูปนี้ดูครับ เห็น
อะไรพิเศษไหม?

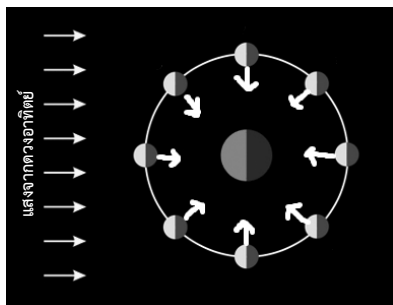
ถ้ายังไม่เห็นต้องถาม
ก่อนว่า รู้ไหมครับว่ารูปนี้
เป็นรูปอะไร?

คำตอบ คือ มันเป็นรูปดวงจันทร์ แต่ไม่ใช่ดวงจันทร์ตาม
ปกติที่เราเคยเห็นกันทั่วไป เพราะนี่คืออีกด้านของดวงจันทร์
ที่ไม่เคยหันเข้าหาโลกเลย!!

หลาย ๆ คนพอรู้ว่าดวงจันทร์หันเข้าหาโลกด้านเดียว ทำให้เข้าใจผิดว่า “อีกด้านมันต้องมีมืดตลอดเวลาแน่ ๆ” แม้แต่ วงดนตรีดังอย่าง Pink Floyd ยังออกเพลงในอัลบั้มชื่อ The Dark Side of the Moon

อีกด้านของดวงจันทร์กลายเป็นวลีที่ใช้แทนสิ่งลึกลับที่ไม่เคยได้รับแสงสว่าง บางคนถึงขั้นเชื่อว่าอีกด้านมีฐานทัพของมนุษย์ต่างดาวอยู่เลยทีเดียว!!

ทั้งที่จริง ๆ แล้วอีกด้านของมันไม่ได้มืดตลอดเวลา เสียหน่อย จริง ๆ ต้องบอกว่าอีกด้านของดวงจันทร์โดนแสงอาทิตย์ส่องอย่างสม่ำเสมอเท่ากับด้านที่หันเข้าหาโลกเลยล่ะครับ ถ้าเข้าใจเรื่องการโคจรของดวงจันทร์จะเห็นชัดเจน



ภาพที่ 28

ดวงจันทร์หันด้านเดียวเข้าหาโลก แต่เพราะดวงจันทร์หมุนรอบตัวเองไปด้วยทำให้อีกด้านของมันโดนแสงอาทิตย์แบบเต็ม ๆ ตอนที่ดวงจันทร์โคจรไปอยู่ในตำแหน่งระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์

อีกฟากของดวงจันทร์ปรากฏต่อสายตาชาวโลกครั้งแรกในปี ค.ศ. 1959 ด้วยภาพถ่ายจากยานอวกาศลูน่า (Luna 3) ของสหภาพโซเวียต และถูกเห็นด้วยตามนุษย์แบบโดยตรงเมื่อยานอวกาศอะพอลโล 8 (Apollo 8) พานักบินอวกาศไปโคจรรอบดวงจันทร์ในราว ๆ 9 ปีต่อมา

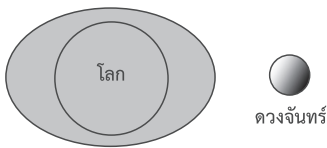


14. ดวงจันทร์เป็นสาเหตุเดียว ของน้ำขึ้นน้ำลง

กาลิเลโอ กาลิเลอี นักดาราศาสตร์ชาวอิตาลีเขียน อธิบายปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงว่าเกิดจากการที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ทำให้น้ำมีการกระดกขึ้นและลง คำอธิบายนี้ผิดอย่างแน่นอน ส่วนหนึ่งที่เราสร้างคำอธิบายนี้ขึ้นมาก็เพราะต้องการยืนยันว่าโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เท่านั้น

แท้จริงแล้วน้ำขึ้นน้ำลงเกิดจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ และการหมุนของโลก แม้ดวงจันทร์จะมีมวลน้อยกว่าดวงอาทิตย์มาก แต่มันส่งผลต่อน้ำขึ้นน้ำลงมากกว่าดวงอาทิตย์ เพราะมันอยู่ใกล้โลกเรามากกว่า

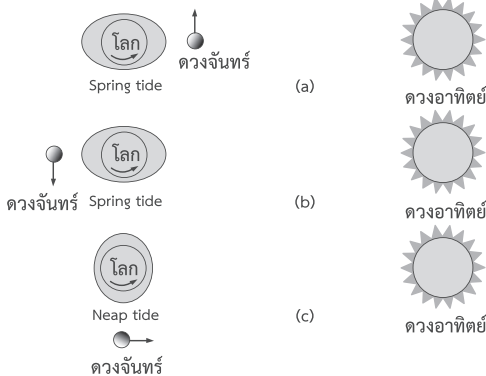
ดังนั้นเราจะเริ่มพิจารณาเฉพาะดวงจันทร์ก่อน



ภาพที่ 29

แรงโน้มถ่วงของ
ดวงจันทร์ทำให้เกิดน้ำ
ขึ้นสองบริเวณคือ ด้าน
ที่อยู่ใกล้กับดวงจันทร์

และด้านที่ไกลดวงจันทร์ (คำอธิบายเรื่องเหตุใดน้ำจึงขึ้นสอง
ด้านค่อนข้างซับซ้อนและอธิบายยาก จะขอยกไปอธิบายใน
หนังสือเล่มอื่นนะครับ)

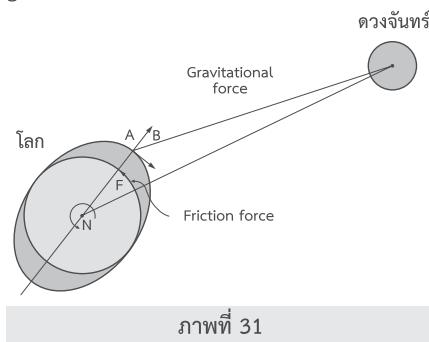


ภาพที่ 30

หลายคนคิดว่าดวงจันทร์เป็นสาเหตุเดียวของการเกิดน้ำ
ขึ้นน้ำลงขอให้ลองดูภาพที่ 30 นี้ครับ จะพบว่าจริง ๆ แล้ว

ดวงอาทิตย์ก็ส่งผล โดยเมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในแนวเดียวกับโลกและดวงจันทร์ ฝั่งที่น้ำขึ้นจะขึ้นสูงมาก ๆ ในขณะที่เมื่อดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์อยู่คนละแนวแบบในภาพล่างสุด จะทำให้น้ำขึ้นไม่สูงนักเนื่องจากดวงจันทร์ดึงดูดน้ำมาทางหนึ่ง ดวงอาทิตย์ดึงดูดน้ำไปอีกทางหนึ่งนั่นเอง

ส่วนการหมุนของโลกนั้นส่งผลให้ทิศทางการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงไม่ได้เกิดตรงกับตำแหน่งของดวงจันทร์เป๊ะ ๆ ดังภาพล่างนี้ครับ



ระหว่างผิวน้ำกับโลกเรามีแรงเสียดทานหรือความฝืดอยู่ การที่โลกหมุนรอบตัวเองจึงลากเอาตำแหน่งน้ำขึ้นให้เลื่อนไปเล็กน้อย ไม่ตรงกับแนวโลกและดวงจันทร์เสียทีเดียว



15. บนดวงจันทร์ไม่มีแรงโน้มถ่วง

ดวงจันทร์มีแรงโน้มถ่วงแน่นอน แต่แรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์เองมีค่าน้อยกว่าโลก เนื่องจากดวงจันทร์มีมวลน้อยกว่าโลกรวมทั้งมีรัศมีที่ต่างจากโลกทำให้ความโน้มถ่วงน้อยกว่าโลกถึง 6 เท่า ถ้าคุณชั่งน้ำหนักได้ 60 กิโลกรัม บนโลก น้ำหนักของคุณจะเหลือเพียง 10 กิโลกรัม บนดวงจันทร์

ลองนึกถึงยานอะพอลโลที่ลงจอดบนดวงจันทร์สิครับ การที่ยานวางอยู่บนผิวดวงจันทร์ได้ และการที่มนุษย์อวกาศเดินบนดวงจันทร์ได้โดยไม่หลุดลอยออกไปนอกดวงจันทร์ก็เพราะดวงจันทร์มีแรงโน้มถ่วงดึงดูดไว้

เดวิด สก็อต (David Scott) นักบินอวกาศโครงการอะพอลโล 15 ทำการทดลองปล่อยวัตถุที่มีมวลต่างกันบนดวงจันทร์ว่าจะตกถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่?



ภาพที่ 32

วัตถุที่ใช้ทดลอง คือ ค้อนสลักหินทำจากอลูมิเนียมมวล 1.32 กิโลกรัม และขนนกอินทรีมวล 0.03 กิโลกรัม พอปปล่อยแล้วผลปรากฏว่ามันตกถึงพื้นดวงจันทร์พร้อมกัน

การที่ค้อนและขนนกตกถึงพื้นดวงจันทร์ได้ก็เนื่องจากดวงจันทร์ส่งแรงโน้มถ่วงมาดึงดูดวัตถุทั้งสองอย่างให้ตกนั่นเอง



16. พื้นผิวของดวงจันทร์สะท้อนแสงได้ดีเยี่ยม

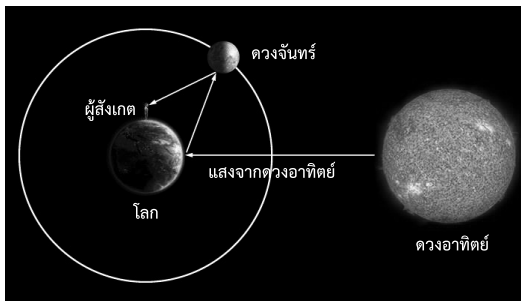
ถ้าดวงจันทร์สะท้อนแสงได้เหมือนกระจกเงา ในคืนจันทร์เพ็ญโลกเราคงสว่างสุด ๆ เพราะดวงจันทร์สะท้อนแสงดวงอาทิตย์มายังโลกแบบเต็ม ๆ แต่ในความเป็นจริง ดวงจันทร์สะท้อนแสงได้ไม่ดีเท่าโลกเราด้วยซ้ำ ดวงจันทร์สะท้อนแสงได้ราว ๆ 10% ซึ่งหมายความว่า แสงตกกระทบผิวดวงจันทร์ 100 ส่วนจะเกิดการสะท้อนเพียง 10 ส่วนเท่านั้น ที่เหลือเกิดการดูดกลืนหมด ถ้าจะเปรียบก็คือมันสะท้อนแสงได้แย่มาก ๆ กับยางที่ใช้ลาดถนน ในขณะที่โลกเราสะท้อนแสงได้มากถึง 30% เลยทีเดียว

รู้ได้อย่างไรว่าโลกสะท้อนแสงได้ขนาดนี้?



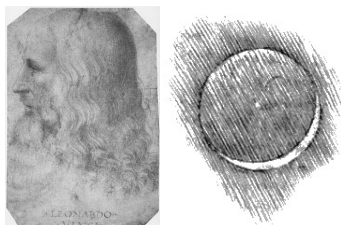
ภาพที่ 33

ลองสังเกตดวงจันทร์ตอนที่เป็นเสี้ยวบาง ๆ นะครับ (ก่อนหรือหลังคืนเดือนมืดเล็กน้อย) จะพบว่าส่วนมืดของมัน มิได้สนิทแต่ปรากฏเป็นเงาสลับ ๆ สาเหตุนี้เกิดจากโลก เราสะท้อนแสงอาทิตย์ไปยังดวงจันทร์ส่วนมืด แล้วดวงจันทร์ ส่วนมืดก็สะท้อนแสงกลับมาให้เราเห็นอีกที



ภาพที่ 34

ปรากฏการณ์ดังกล่าวเรียกว่า แสงโลก (Earth shine) ผู้ที่อธิบายปรากฏการณ์นี้ได้คนแรกคือ ลีโอนาโด ดา วินชี อัจฉริยะผู้วาดภาพโมนาลิซา ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ใช้ปรากฏการณ์นี้มาหาค่าการสะท้อนแสงของโลกได้ อีกทั้งยังใช้วิเคราะห์สภาพโดยรวมของเมฆและภูมิอากาศบนโลกได้ด้วย



ภาพที่ 35



National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

เทคโนโลยี 



17. ยานอวกาศในภาพยนตร์ ค่อย ๆ หยุดหลังดับเครื่องยนต์

ภาพยนตร์เกี่ยวกับอวกาศจำนวนมากหลายเรื่อง
เต็มไปด้วยความไม่เข้าใจในฟิสิกส์ ส่งผลให้คนจำนวนมาก
รวมทั้งนักเรียนหลาย ๆ คน “จำ” ภาพฟิสิกส์ผิด ๆ ใน
ภาพยนตร์ไปแบบฝังใจ

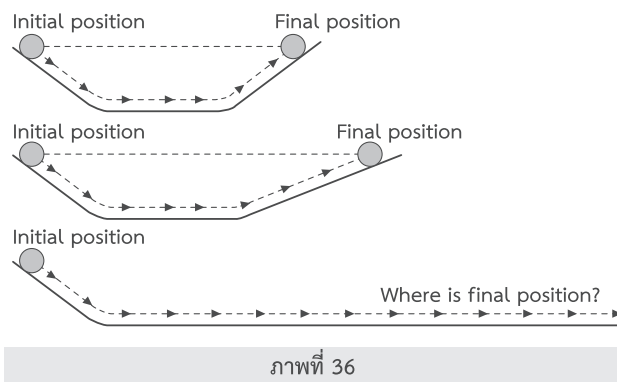
หนึ่งในภาพผิด ๆ เหล่านั้นคือ เมื่อยานอวกาศดับ
เครื่องยนต์ขับเคลื่อน มันก็ค่อย ๆ แล่นช้าลงช้า ๆ จนในที่สุด
ก็หยุดเคลื่อนที่

ทั้งที่จริง ๆ แล้วกฎฟิสิกส์บอกเราว่า “วัตถุที่ไม่มีแรง
มากระทำมันจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่เดิมของมันไว้
คือถ้าหยุดนิ่งมันก็จะหยุดนิ่งต่อไป แต่ถ้าเคลื่อนที่อยู่มันก็
จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงที่”



กฎที่ว่ำนีั้เรียกว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน ซึ่ง
เป็นกฎที่ใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งปวง ดังนั้นเมื่อ
ยานอวกาศดับเครื่องยนต์ก็แปลว่าไม่มีแรงอะไรกระทำกับ
ยานอวกาศเลย ยานอวกาศก็ควรจะเคลื่อนที่ต่อไปเรื่อย ๆ
เป็นเส้นตรงจนกว่าจะมีอะไรมาขวางมันหรือยานอวกาศ
ปล่อยแรงขับเคลื่อนออกมาในทิศทางตรงข้ามกับตอนแรกมันถึง
จะหยุด

สงสัยไหมว่าทำไมพอไม่มีแรงกระทำวัตถุถึงเคลื่อนที่
เป็นเส้นตรงต่อไปเรื่อย ๆ?



ภาพที่ 36

กาลิเลโอ เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่เสนอไอเดียเรื่องนี้ขึ้นมาอย่างชัดเจนเป็นคนแรก

ลองดูภาพข้างบนนี้นะครับ (ภาพที่ 36)

ภาพบนสุด : ลูกบอลถูกปล่อยให้กลิ้งจากขอบอ่างด้านหนึ่งมายังอีกด้านหนึ่ง สมมติว่าลูกบอลกลิ้งโดยไม่มีการสูญเสียพลังงานเลย ลูกบอลย่อมกลิ้งขึ้นมาหยุดที่ตำแหน่งสูงเท่ากับตำแหน่งแรก

ภาพกลาง : คราวนี้เราให้อ่างที่ใช้ในการกลิ้งลูกบอลเปลี่ยนแปลงหน้าตาไป โดยขอบอ่างด้านขวาลาดลงกว่าเดิม

(มีความชันน้อยกว่าเดิม) เราจะพบว่าถ้ากลิ้งลูกบอลจากขอบ
ซ้ายเหมือนในภาพบน มันย่อมไปอยู่ในตำแหน่งความสูงเท่า
เดิมถ้าการกลิ้งไม่มีการสูญเสียพลังงานเลย

ตอนนี้สังเกตใหม่ครับว่าในรูปกลาง ลูกบอลกลิ้งได้ระยะ
ทางมากกว่าภาพบน

ภาพล่างสุด : ถ้าอย่างด้านหนึ่งมีความชันลดลงจนกลายเป็นพื้นราบ เมื่อสังเกตจากแนวโน้มจะพบว่าลูกบอลย่อมกลิ้ง
ไปได้เรื่อย ๆ อย่างไรที่สิ้นสุด トラบใดที่ไม่มีอะไรมาขวางกั้น
มันไว้

นี่คือภาพที่แสดงไอดีที่นำมาสู่กฎการเคลื่อนที่ข้อ 1
ของนิวตัน แต่เวลาเราดูหนึ่ง เราารู้สึกว่ายานที่ค่อย ๆ หยุดลงดู
สมเหตุสมผล คงเพราะเรามีภาพของลูกบอลที่ถูกเตะแล้ว
กลิ้งอย่างรวดเร็วแล้วค่อย ๆ หยุดลงบนพื้นหญ้า แต่เราไม่
เคยเห็นการเคลื่อนที่อย่างไรที่สิ้นสุดเลย

๑ 18. สถานีอวกาศไม่ได้รับ อิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงโลก

ถ้าสถานีอวกาศไม่ได้รับอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงโลก มันจะโคจรรอบโลกได้อย่างไร? ถ้าไม่มีแรงโน้มถ่วงโลกคอยดึงสถานีอวกาศไว้ละก็ มันวิ่งหลุดวงโคจรลอยหายไปไหนแล้วก็ไม่รู้

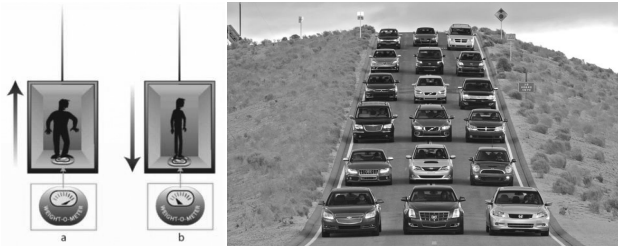
สถานีอวกาศถูกโลกดึงดูดให้โคจรเป็นวงกลมอย่างแน่นอน แต่คำถามที่ตามมาอย่างเลี่ยงไม่ได้คือ ทำไมนักบินอวกาศที่อยู่ในสถานีอวกาศจึงไม่รู้สึกรั้งแรงโน้มถ่วงเล่า?





ภาพที่ 37

ก่อนจะตอบคำถามนี้ลองนึกถึงตอนขึ้นลิฟต์นะครับ



ภาพที่ 38

ตอนที่ลิฟต์เริ่มเคลื่อนที่ขึ้นเราจะรู้สึกว่าตัวเราหนักขึ้นเล็กน้อยและในทางกลับกันตอนที่ลิฟต์เริ่มเคลื่อนที่ลง เราจะรู้สึกว่าน้ำหนักของเราลดลงเล็กน้อย (ถ้าไม่ออกกลองนึกถึง

ตอนที่รถวิ่งลงเนินก็ได้ครับ เราจะรู้สึกตัวเราเบาลงจนรู้สึกหัววิว ๆ (นั่นแหละ) ยิ่งลิฟต์ตกลงมาด้วยความเร็วมากน้ำหนักที่เราชั่งได้ยิ่งลดลง

แล้วถ้าลิฟต์ขาดล่ะ! เราจะชั่งน้ำหนักในลิฟต์ได้เท่าไร?

คำตอบคือ ถ้าลิฟต์ขาดเราจะพบว่าทุกอย่างในลิฟต์ตกลงสู่พื้นโลกด้วยอัตราเร็วเท่ากันหมด ถ้าเราเอาเครื่องชั่งเข้าไปในลิฟต์ พอลิฟต์ขาดเครื่องชั่งน้ำหนักก็จะตกลงมาพร้อม ๆ กับตัวเราทำให้น้ำหนักของเราไม่สามารถถ่ายทอดลงบนเครื่องชั่งได้ ดังนั้นในภาวะที่ตกอย่างอิสระอย่างลิฟต์ขาด เราจึงอยู่ในภาวะไร้น้ำหนักเมื่อเทียบกับสิ่งที่ตกลงมาพร้อม ๆ กับเรา

แล้วลิฟต์ขาดมันเกี่ยวอะไรกับสถานีอวกาศที่โคจรรอบโลก?

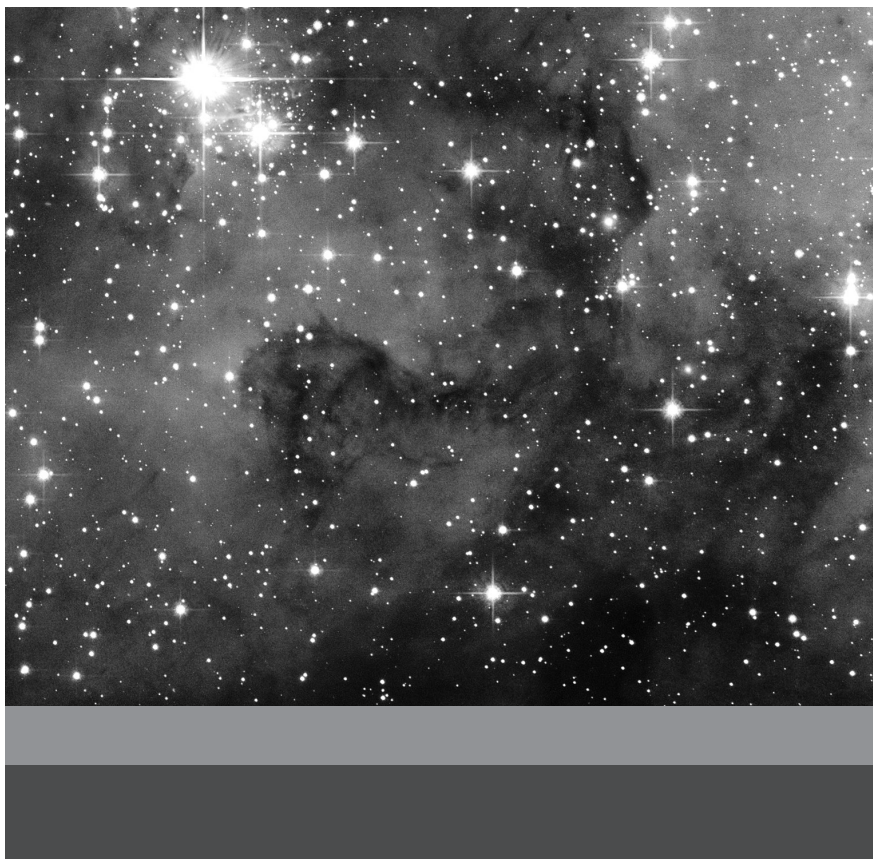
แปลกใจไหมถ้าผมบอกว่าสถานีอวกาศกำลังตกลงมาหาโลกแหละครับ เพียงแต่มันตกลงมาไม่ถึงโลกเสียทีเนื่องจากมันมีความเร็วสูงมาก

ลองดูรูปที่ 39 นี่นะครับ ภาพนี้ถูกจินตนาการครั้งแรกโดยเซอร์ไอแซค นิวตัน ซึ่งสมมติว่ามีปืนใหญ่ทรงพลังกระบอกหนึ่งวางอยู่บนยอดเขาสูงมาก ยิ่งลูกกระสุนถูกยิงออกมาด้วยความเร็วสูงเท่าไรมันยิ่งตกห่างปืนใหญ่เท่านั้น ถ้ายิงออกมาด้วยความเร็วสูงมาก ๆ ถึงจุดหนึ่งมันจะตกลงหาโลก แต่ความโค้งของโลกจะโค้งหนีวิถีการตกทำให้กระสุนเคลื่อนที่แบบไม่ตกถึงพื้นเสียที เราเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า วงโคจร

สถานีอวกาศก็อยู่ในวงโคจรเช่นเดียวกับวิถีกระสุน ดังนั้นมันจึงอยู่ในสภาพตกอย่างอิสระอยู่ตลอดเวลา ทำให้คนที่อยู่ในสถานีอวกาศไม่รู้สึกลงถึงแรงโน้มถ่วงเทียบกับสิ่งของที่อยู่รอบ ๆ ตัว



ภาพที่ 39





National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

ดาวฤกษ์





19. ดาวฤกษ์กะพริบ ดาวเคราะห์ไม่กะพริบ

จริง ๆ มันก็กะพริบทั้งคู่แหละ แต่ถ้ามองที่ตำแหน่ง
ใกล้เคียงกันบนท้องฟ้า ดาวฤกษ์จะกะพริบมากกว่าดาวเคราะห์
เหตุที่เรามองเห็นดาวกะพริบในตอนกลางคืนเป็นผลมาจาก
ชั้นบรรยากาศและสภาพอากาศของโลก



ภาพที่ 40

ลองมองไปบริเวณเหนือเตาไฟร้อน ๆ จะเห็นว่าอากาศ
แถว ๆ นั้นบิดเบี้ยวจนภาพที่เห็นเด่นไปมา หรือมองไปเหนือ
ถนนร้อน ๆ หรือเหนือกระโปรงรถร้อน ๆ ก็เห็นปรากฏการณ์นี้
ได้เหมือนกัน (ภาพที่ 40) ปรากฏการณ์นี้เกิดจากอากาศร้อน
เหนือกองไฟมีความหนาแน่นต่างจากอากาศเย็นรอบ ๆ ทำให้
แสงเกิดการหักเหเมื่อเคลื่อนที่ผ่าน พุดง่าย ๆ ว่าอากาศร้อน
ทำตัวเหมือนเป็นเลนส์ที่คอยหักเหแสงและเมื่ออากาศร้อน
เกิดการเคลื่อนไหวจึงทำให้ภาพที่เห็นเกิดการบิดเบี้ยวพลั่วไหว
ไปมานั่นเอง

แสงจากดาวที่เดินทางผ่านชั้นบรรยากาศโลกเรามากี่
เช่นกัน

เนื่องจากชั้นบรรยากาศโลกแต่ละส่วนมีความหนาแน่น
ไม่เท่ากันและอากาศเกิดการเคลื่อนไหวด้วยสาเหตุต่าง ๆ
เช่น อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น มีกระแสลมรุนแรง หรือเกิด
การไหลวนของอากาศ เมื่อแสงจากดวงดาวเดินทางผ่าน
กลุ่มก้อนอากาศเหล่านี้จึงถูกเบนให้เปลี่ยนทิศทางไปมาจน
เรามองเห็นดาวกะพริบและเปลี่ยนสีไปได้



ภาพที่ 41

สำหรับมนุษย์เรา การกระทบ
ของดาวอาจต่อเติมความรู้สึก
โรแมนติกในยามที่เหงามองมัน แต่
ในมุมมองของนักดาราศาสตร์ การ
กระทบทำให้ตอนถ่ายรูปรูหรือตอน
มองจากกล้องโทรทรรศน์ภาพที่
เห็นเกิดพริ้วและกระเพื่อมเหมือน
มองของที่จมอยู่ใต้สระน้ำแล้วผิวน้ำ
กระเพื่อมไปมา (ภาพที่ 41)

ส่วนสาเหตุที่ดาวฤกษ์กระทบมากกว่าดาวเคราะห์เมื่อ
อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกันบนท้องฟ้า เกิดจากการที่ดาวฤกษ์
ทุกดวงบนท้องฟ้ายาวนอยู่ไกลจากโลกเรามากมายมหาศาล
ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกเราที่สุด คือ ดาวพรอกซิมาเซ็นทอรี
(Proxima Centauri) ห่างจากเราไปราว ๆ 4.24 ปีแสง!
ด้วยระยะทางมหาศาลทำให้แสงจากดาวฤกษ์ทั้งหลายดู
เหมือนออกมาจากแหล่งกำเนิดเป็นจุดเล็กที่สุด ๆ บนท้องฟ้า
ในขณะที่แสงจากดาวเคราะห์นั้นออกมาจากแหล่งกำเนิดที่
มองจากโลกแล้วดูใหญ่กว่า

แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเล็ก ๆ นั้นถูกเบี่ยงเบนจน
เปลี่ยนแปลงความสว่างโดยรวมได้ง่ายกว่าแสงจากแหล่ง
กำเนิดที่มีขนาดใหญ่ เพราะแสงจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่
นั้นแม้ส่วนหนึ่งจะถูกเบนไปบ้างก็ยังมีแสงจากส่วนอื่น ๆ เดินทางมาถึงดวงตาเราอยู่ดีทำให้โดยรวมแล้วความสว่างที่เราได้
รับไม่เปลี่ยนแปลงนัก

ดาวเคราะห์เลยกะพริบน้อยกว่าดาวฤกษ์แต่ก็กะพริบ
อยู่ดี





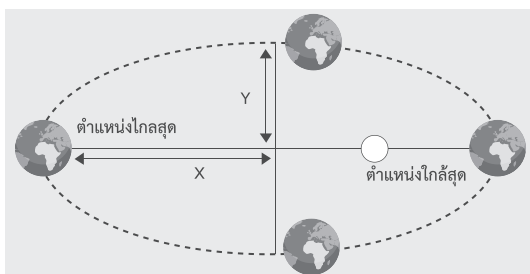
National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization)

เรื่องอื่น ๆ





20. ฤดูแล้งเกิดจากการที่โลกโคจรเป็นวงรี

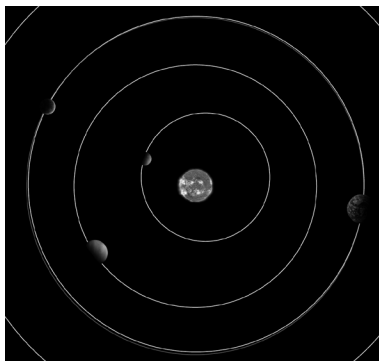


ภาพที่ 42

หลายคนเข้าใจว่าฤดูแล้งเกิดจากการที่โลกโคจรเป็นวงรี (ภาพที่ 42) โดยฤดูร้อนเกิดขึ้นตอนที่โลกโคจรเข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์ทำให้รับแสงอาทิตย์มาก ส่วนฤดูหนาวเกิดขึ้นตอนที่โลกโคจรอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ทำให้โลกได้รับแสงอาทิตย์น้อย

แต่ความเข้าใจดังกล่าวนั้นผิด โดยมีหลักฐานสำคัญที่ใช้
ยืนยันอยู่สองข้อ

1. วงโคจรของโลกนั้นเป็นวงรี แต่ความรีนั้นน้อยมาก



ภาพที่ 43

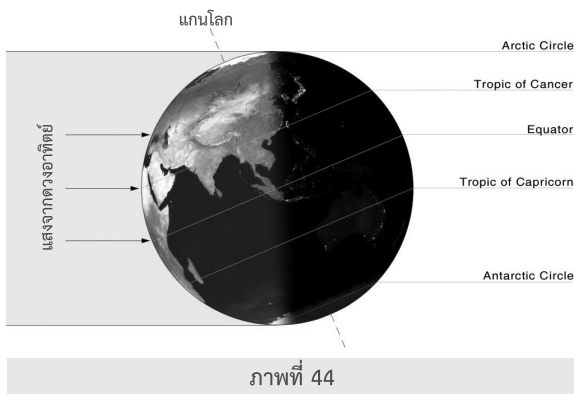
ลองดูภาพที่ 43 ครับ วงโคจรในสุดคือดาวพุธ ชั้นถัดมา
คือวงโคจรของดาวศุกร์

ส่วนวงต่อมาถ้ามองดี ๆ จะเห็นว่ามีสองวง คือ วงสีขา
วกับสีเทาทับซ้อนกันอยู่ วงโคจรสีขา คือ วงโคจรของโลก
ซึ่งเป็นวงรี ส่วนวงสีเทา คือ วงโคจรของดาวเคราะห์สมมติ
ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เท่าโลก แต่โคจรเป็นวงกลม! จะ
เห็นว่าสองวงนี้เกือบจะซ้อนกันสนิทอยู่แล้ว

ดังนั้นความริของการโคจรจึงไม่น่าจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดฤดูกาล

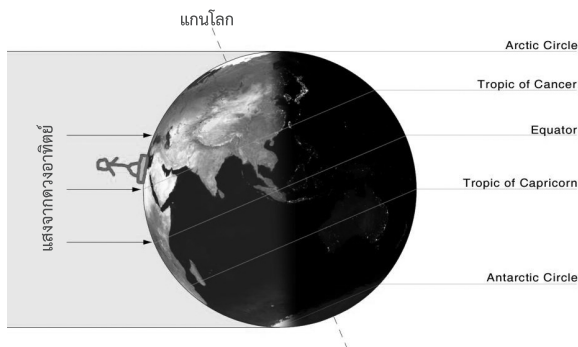
2. ตอนที่ซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน ซีกโลกใต้จะเป็นฤดูหนาว และในตอนที่ซีกโลกเหนือเป็นฤดูหนาว ซีกโลกใต้กลับเป็นฤดูร้อน

หากฤดูร้อนเกิดจากการที่โลกโคจรมาใกล้ดวงอาทิตย์ ฤดูร้อนก็ควรจะเกิดพร้อมกันทั้งโลก ไม่ใช่ร้อนซีกหนึ่งหนาวซีกหนึ่งแบบที่เป็นอยู่



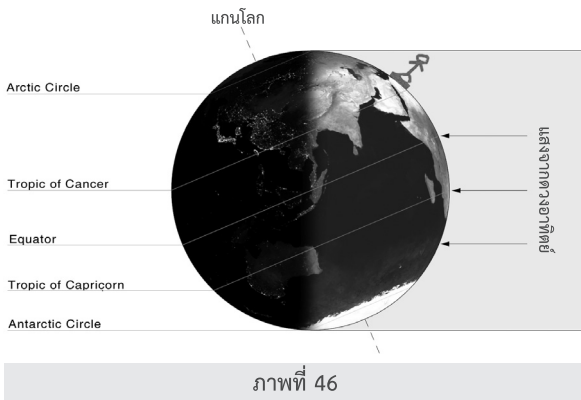
ส่วนซีกโลกใต้จะกลับกัน คือ กลางคืนยาวนานกว่ากลางวัน ทำให้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยจนกลายเป็นฤดูหนาว

อีกปัจจัยเกี่ยวกับพื้นที่ในการรับแสง



ภาพที่ 45

สังเกตบริเวณที่คนยืนในภาพที่ 45 นะครับ คนในรูปยืนอยู่บนซีกโลกเหนือ ซึ่งแผ่นดินที่เขาเหยียบอยู่นั้นรับแสงอาทิตย์แบบตรง ๆ ทำให้ได้รับแสงอาทิตย์เต็ม ๆ ดังนั้นซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน ลองนึกว่าแสงอาทิตย์เป็นกระแสน้ำก็ได้ครับ พื้นที่บริเวณซีกโลกเหนือที่เขายืนอยู่ตอนนี้ตั้งฉากกับกระแสน้ำทำให้รับแรงปะทะแบบเต็ม ๆ



พอโลกโคจรไปอีกฝั่งหนึ่ง จะพบว่าแผ่นดินบริเวณที่เขาเหยียบอยู่นั้นรับแสงอาทิตย์แบบเอียงๆ ทำให้ได้รับความร้อนไม่เต็มที่ ดังนั้นซีกโลกเหนือจึงเป็นฤดูหนาว (ภาพที่ 46) กรณีนี้ก็เหมือนเอากระดาษวางตัวในแนวเอียงๆ ไปวางกระแสน้ำย่อมไม่ค่อยเกิดการปะทะกับกระแสน้ำซีกเท่าไร



21. เราไม่รู้สึกละโลกกำลังหมุนรอบตัวเองเพราะอัตราเร็วเชิงเส้นของมันต่ำมาก

หลายคนเข้าใจผิดว่า ที่เราไม่รู้สึกละโลกกำลังหมุนรอบตัวเองเพราะอัตราเร็วของมันต่ำมาก บอกก่อนเลยว่าโลกหมุนรอบตัวเองด้วยอัตราเร็ว 465 เมตรต่อวินาที ที่เส้นศูนย์สูตร! นั่นก็หมายความว่า ในเวลาหนึ่งวินาทีที่เส้นศูนย์สูตรโลกเคลื่อนที่กวาดระยะทางไปได้ถึง 465 เมตรเลยทีเดียว เรียกได้ว่าเร็วกว่ากระสุนปืนทั่วไปเสียอีก

คำถามคือ แล้วเรายังยืนอยู่บนโลกได้อย่างไร ในเมื่อโลกเราเคลื่อนไหวเร็วขนาดนี้?

จริง ๆ คำถามนี้ต้องแยกออกเป็นสองประเด็น คือ

ก. เราขึ้นอยู่กับโลกที่เคลื่อนที่เร็วถึงขนาดนี้ได้
อย่างไร โดยไม่เซไปมา

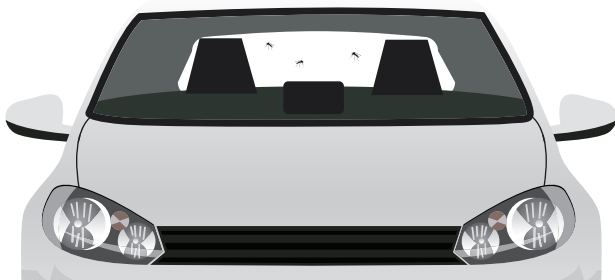
ข. ทำไมเราไม่โดนโลกที่กำลังหมุนเหวี่ยงเราออกไป
รอบ ๆ สองคำถามนี้ต่างกันนะครับ เพราะคำถามแรกมองที่
อัตราการเปลี่ยนตำแหน่ง ส่วนคำถามที่สองมองที่อัตราการ
กวาดมุมหรืออัตราการหมุน

**ก. เราขึ้นอยู่กับโลกที่เคลื่อนที่เร็วถึงขนาดนี้ได้
อย่างไร**

คำถามแรกมองไปที่ความเร็วการเคลื่อนที่ของโลก 465
เมตรต่อวินาที โดยไม่สนใจการหมุน มันเป็นคำถามลักษณะ
เดียวกับคำถามว่ายุ้งบินอยู่กลางอากาศในรถที่กำลังวิ่งด้วย
ความเร็วสูงได้อย่างไร

*เวลายุ้งผลอหลุดเข้าไปในรถ แล้วรถวิ่งด้วยความเร็วสูง
เราเห็นมันบินหึ่งอยู่กลางอากาศในรถให้เป็นที่น่ารำคาญได้
นั่นแปลว่ายุ้งต้องบินด้วยความเร็วเท่ารถที่กำลังวิ่งเลยหรือ?
ทำไมมันบินได้เร็วขนาดนั้น?*

ถ้าเราตอบคำถามได้ว่าทำไมยุงหรือแมลงวันบินหึ่ง ๆ อยู่ในรถที่วิ่งด้วยความเร็วสูงได้ เราก็ยอมเข้าใจได้ว่าทำไมคนเราใช้ชีวิตอยู่บนโลกที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงได้ด้วยหลักการเดียวกัน



ภาพที่ 47

ผมจะเฉลยเป็นข้อ ๆ ไล่เรียงดังนี้ละครับ เวลาใครไม่เข้าใจจะได้ชัดเจนว่าไม่เข้าใจตรงไหน

1. ยุงที่บินกลางอากาศในรถที่กำลังวิ่งด้วยความเร็วสูง ไม่ได้รู้สึกเลยว่ามันออกแรงในการบินมากกว่าปกติ มันยังบินแบบสบาย ๆ ชิว ๆ เหมือนตอนบินอยู่ในห้องนอนบ้านเรานั่นแหละ

2. แล้วทำไมมันบินกลางอากาศได้ด้วยความเร็วเท่าไร?

คำตอบ คือ เพราะความเฉื่อย ลองนึกถึงตอนเรานั่งเครื่องบิน ทำไมแอร์โฮสเตสเดินไปไหนมาไหนได้ ทำไมแอร์โฮสเตสยังรินน้ำชาร้อนลงสู่ถ้วยเราได้ตามปกติ นั่นก็เพราะความเฉื่อย

3. สิ่งเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ต่อไปเรื่อย ๆ ด้วยความเฉื่อยของมัน จนกว่าจะมีอะไรมาหยุดมัน

4. ตอนที่ยังไม่สตาร์ท เรานั่งในรถเหมือนนั่งบนเก้าอี้ที่บ้านตามปกติ (ยุ้งก็เกาะอยู่ที่เบาะรถ) พอรถออกตัวเราจะเซถอยหลังไปติดเบาะ (ยุ้งก็เซถอยหลังไปติดเบาะเช่นกัน) ระหว่างนี้ร่างกายของเราและยุ้งจะถูกเบาะดันให้มีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

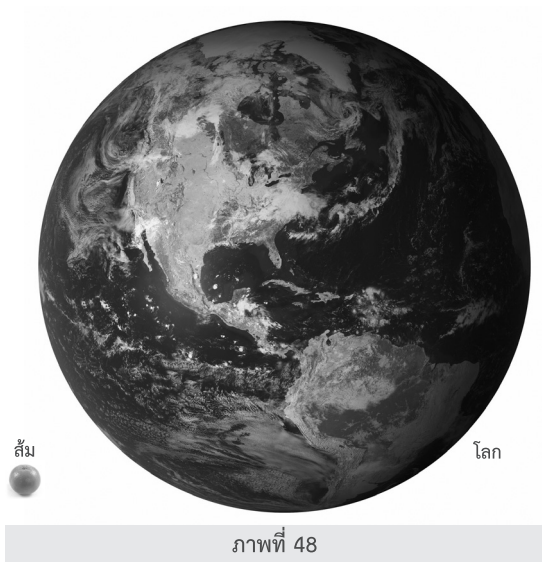
5. พอรถวิ่งด้วยความเร็วคงที่ ทุกอย่างจะเคลื่อนที่ต่อไปข้างหน้าด้วยความเฉื่อยของตัวเอง ดังนั้นเมื่อยุ้งถูกเร่งมาจนเร็วเท่ารถแล้ว คราวนี้มันแค่ถีบตัวเองออกจากเบาะเพียงเบา ๆ ก็ออกมาบินลอยหน้าลอยตาได้อย่างสบายใจ

กลับมายังคำถามที่ว่าเราขึ้นอยู่กับโลกที่เคลื่อนที่เร็วถึงขนาดนี้ได้อย่างไร

คำตอบ คือ เพราะคนเราเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กับโลกมาโดยตลอด ตั้งแต่ตอนเราเกิดมา จริง ๆ ต้องบอกว่าเราคือสสารบนโลกที่เคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กับโลกมาโดยตลอด ดังนั้นเราจึงเคลื่อนที่ไปกับโลกด้วยความเฉื่อยของเรา เราจึงไม่ได้รับรู้ถึงความเร็วของโลกเลย ไม่ต่างจากตอนที่เรายังเดินไปไหนมาไหนบนเครื่องบินได้โดยไม่ได้รับรู้ถึงความเร็วของเครื่องบินเลย

ข. ทำไมเราไม่โดนโลกที่กำลังหมุนเหวี่ยงเราออกไปรอบ ๆ

จริง ๆ แล้วเราถูกโลกเหวี่ยงอยู่ตลอดเวลาแต่มันน้อยจนแทบไม่รู้สึกรึ่ก เนื่องจากโลกหมุนด้วยอัตราการหมุนที่ช้ามาก ลองนึกถึงส้มผลหนึ่งที่หมุนรอบตัวเองใช้เวลา 24 ชั่วโมง สักรับว่ามันหมุนช้าแค่ไหน



แต่โลกเราคือผลส้มที่มีขนาดใหญ่มาก

ลองนึกภาพมันหมุนครบรอบภายใน 24 ชั่วโมง ไปพร้อม ๆ กับส้มสิครับ จะพบว่าถึงแม้จะหมุนไปพร้อม ๆ กันแต่โลกนั้นกวาดระยะทางไปได้มากกว่าเนื่องจากมันมีขนาดใหญ่โตมาก

ดังนั้นเราจึงไม่รู้สึถึงการเหวี่ยงเลยเพราะโลกหมุนรอบตัวเองช้ามากนั่นเอง

อ้างอิง

อ้างอิงภาพที่ 1 จาก

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/UDFj-39546284-hs-2011-05-c.jpg>

อ้างอิงภาพที่ 6, 7, 8 จาก

<http://4.bp.blogspot.com/-gYy5vHgrEcg/UIDZ4jsXfBI/AAAAAAAAABBA/DCPimij2XKE/s400/Horse+Sea.jpg>

<http://home.snc.edu/takamasatakahashi/login/AstroSp10/Horizons/Chapter16/Chapter16images/Comet%20in%20orbit%20and%20its%20tail.jpg>

<http://i.space.com/images/i/000/003/719/i02/080908-comet-02.jpg?1292267774>

อ้างอิงภาพที่ 9 จาก

<http://static.ddmcdn.com/gif/horsehead-nebula-1.jpg>

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:MyCn18-crop.png>

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ngc2392.jpg>

อ้างอิงภาพที่ 12 จาก

http://en.wikipedia.org/wiki/File:172197_main_NASA_Flare_Gband_lg-withouttext.jpg

http://solarscience.msfc.nasa.gov/images/Zurich_Color_Small.jpg

อ้างอิงภาพที่ 13, 14 (1-4 ข้อย่อย) จาก

<http://scienceblogs.com/startswithabang/files/2010/10/rotation.gif>

<http://www.mhhe.com/physsci/astronomy/fix/student/chapter17/17f37.html>

อ้างอิงภาพที่ 21, 22, 23 และ 24 จาก

<http://blog.boatpeopleboutique.com/wp-content/uploads/2013/03/Phasesmoon.jpg>

http://www.hmmh.com/blog/wp-content/uploads/2009/09/moon_phases_diagram1.jpg

<http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/data/images/d/6/d/d6dc51f353ed-c7eec1be7f7551904cb7.jpg>

อ้างอิงภาพที่ 30 จาก

http://cnx.org/content/m42143/latest/Figure_07_05_06a.jpg

อ้างอิงภาพที่ 32 จาก

http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/image/as15_hfd_1.jpg

อ้างอิงภาพที่ 33 จาก

http://www.astrocalculator.com/ImageCollection/CrescentMoonEarthShine_b.JPG

อ้างอิงภาพที่ 38 และ 39 จาก

<http://plus.maths.org/issue38/features/livio/figure8.jpg>

http://st.motortrend.com/uploads/sites/5/2007/11/112_0801_02z-car_of_the_year_contenders-downhill_view.jpg

http://tap.iop.org/fields/gravity/403/img_full_46835.gif

อ้างอิงภาพที่ 41 จาก

<http://favim.com/orig/201104/23/Favim.com-22936.jpg>

อ้างอิงภาพที่ 42, 43, 44, 45 และ 46 จาก

http://ffden-2.phys.uaf.edu/212_fall2003.web.dir/Beth_Caissie/eccentricity.jpg

http://lasp.colorado.edu/education/outer-planets/orbit_simulator/

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Earth-lighting-summer-solstice_EN.png

อ้างอิงภาพที่ 47 และ 48 จาก

<http://3.bp.blogspot.com/-bGzWcUd7bw/UKGvC7MdTRI/AAAAAAAAAR4c/nv6gUYGEW8/s1600/Uncle+Milton+-+In+My+Room+-+Earth+In+My+Room+-+2.jpg>

<http://www.marlerblog.com/files/2013/03/orange.jpg>

ติดต่อสอบถาม :

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

NATIONAL ASTRONOMICAL RESEARCH INSTITUTE OF THAILAND
(PUBLIC ORGANIZATION)

➔ เชียงใหม่

เลขที่ 191 อาคารศิริพานิช ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ

อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ : 0-5322-5569, 0-5322-5571 โทรสาร : 0-5322-5524

➔ สำนักงานประสานงาน กรุงเทพฯ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ชั้น 2 สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

อาคารพระจอมเกล้า กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ : 0-2354-6652 โทรสาร : 0-2354-7013

➔ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา

เลขที่ 999 หมู่ 3 ต.วังเย็น อ.แปลงยาว จ.ฉะเชิงเทรา 24190

โทรศัพท์ : 0-3858-9395

➔ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา

เลขที่ 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ : 0-4421-6254

E-mail : info@narit.or.th • www.narit.or.th



สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
NATIONAL ASTRONOMICAL RESEARCH INSTITUTE
OF THAILAND (PUBLIC ORGANIZATION)