

แบบจำลองระบบสุริยะ (Planet Walk)

ระบบสุริยะประกอบด้วยดาวฤกษ์หนึ่งดวงคือดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ 8 ดวง ดวงจันทร์บริวารของดาวเคราะห์ต่างๆ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง สะเก็ดดาว และฝุ่นละอองอื่นๆ ระบบสุริยะถือกำเนิดขึ้นเมื่อ 4,600 ล้านปีที่แล้วจากการยุบตัวของกลุ่มก๊าซขนาดใหญ่ มวลเกือบทั้งหมดของระบบสุริยะประกอบขึ้นเป็นดวงอาทิตย์ และส่วนมากของมวลที่เหลืออยู่ภายในดาวพฤหัสบดี

ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะสามารถออกเป็น ดาวเคราะห์ชั้นใน 4 ดวงมีขนาดเล็กและเป็นดาวเคราะห์ที่ทำจากหินแข็ง ในขณะที่ดาวเคราะห์ส่วนนอกเป็นดาวแก๊สยักษ์ พื้นจากดาวเคราะห์ส่วนนอกไปจะเป็นส่วนของแถบไคเปอร์ (Kuiper's Belt) ซึ่งก๊อมน้ำแข็งขนาดเล็กและดาวพลูโตอาศัยอยู่ ถัดออกไปเป็นบริเวณที่ลมสุริยะบรรจบกับมวลสารในดาราจักร เรียกว่าเฮลิโอฟอส (Heliopause) พื้นนอกไปจึงเป็นบริเวณของเมฆออร์ต (Oort Cloud) ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของดาวหางคาบยาว

ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้ทำการสร้างแบบจำลองย่อส่วนของระบบสุริยะ โดยสมมติให้ในแบบจำลองนี้ ถ้าดวงอาทิตย์ของเรามีขนาด 10 ซม. ในแบบจำลองนี้ นักเรียนคิดว่าโลกของเราจะมีขนาดเท่าใด? ระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ควรจะเป็นเท่าใด? ระบบสุริยะควรจะมีขนาดเท่าใด? และดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ที่สุดอยู่ห่างออกไปแค่ไหน?

ตอนที่ 1 ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

ระยะทางที่เรามักจะพบกันในดาราศาสตร์ เป็นระยะทางที่ไกลมาก และสามารถทำความเข้าใจได้ยาก เราอาจจะทราบว่าดวงจันทร์มีระยะทางที่ไกลจากโลกมาก แต่เราจะทำความเข้าใจได้อย่างไรว่าดวงจันทร์ไกลจากโลกแค่ไหน?

วิธีหนึ่งที่เราสามารถทำความเข้าใจกับระยะทางในจักรวาลได้ก็คือการสร้างแบบจำลอง หากเราสมมติว่าโลกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ในแบบจำลอง นักเรียนคิดว่าดวงจันทร์ควรจะมีขนาดเท่าใดในแบบจำลองนี้? และดวงจันทร์ควรอยู่ห่างจากโลกออกไปเท่าใด?

เส้นผ่านศูนย์กลางของโลก = 12,742 กม.

เส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ = 3,476 กม.

ระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ = 384,400 กม.

เราสามารถหาเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ในแบบจำลองได้โดยการเทียบสัดส่วน แบบจำลองนี้ เราใช้เทียบสัดส่วน 10 ซม. แทน 12,742 กม. หรือทุกๆ 1 ซม. จะแทนด้วยระยะทางจริง 1,274 กม. ดังนั้นในแบบจำลองนี้ เส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ 3,476 กม. จะต้องแทนด้วย $(3,476 \text{ กม.}) / (1,274 \text{ กม./ซม.}) = 2.7 \text{ ซม.}$

เส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ในแบบจำลอง = 2.7 ซม.

เราสามารถใช้วิธีเดียวกันเพื่อหาระยะทางถึงดวงจันทร์ในแบบจำลองนี้

ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ในแบบจำลอง = _____ ซม.

ตอนที่ 2 คำนวณระยะห่างในแบบจำลอง

หากเราจะสร้างแบบจำลองระบบสุริยะโดยให้ดวงอาทิตย์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ขนาดของวัตถุต่างๆในระบบสุริยะจะมีขนาดเท่าใดในแบบจำลองนี้? ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ของวัตถุต่างๆจะมีค่าเท่าใด? จำนวนและเติมลงในตารางข้างล่าง

วัตถุ	เส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุ (กม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุ ในแบบจำลอง (มม.)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (กม.)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ ในแบบจำลอง (ม.)
ดวงอาทิตย์	1,391,900	100	-	-
ดาวพุธ	4,866		57,950,000	
ดาวศุกร์	12,106		108,110,000	
โลก	12,742		149,570,000	
- ดวงจันทร์	3,476		(ระยะห่างจากโลก) 384,400	
ดาวอังคาร	6,760		227,840,000	
ดาวพฤหัสบดี	142,984		778,140,000	
ดาวเสาร์	116,438		1,427,000,000	
ดาวยูเรนัส	46,940		2,870,300,000	
ดาวเนปจูน	45,432		4,499,900,000	
ดาวพลูโต	2,274		5,913,000,000	

ในทางดาราศาสตร์ เรานิยมวัดระยะทางในระบบสุริยะเป็นหน่วยระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เรียกว่า Astronomical Unit (AU)

ในแบบจำลองนี้เราจะได้ว่า 1 AU เทียบเท่าเป็นระยะทาง _____ เมตร ในแบบจำลอง

ระยะทางของแถบไคเปอร์จากดวงอาทิตย์ (30-50 AU): _____ เมตร ในแบบจำลอง

เฮลิโอฟอส (100-200 AU): _____ เมตร ในแบบจำลอง

เมฆออร์ต (50,000-100,000 AU): _____ เมตร ในแบบจำลอง

แบบจำลองระบบสุริยะ (Planet Walk)

ความเร็วแสง (299,792 ม./วินาที): _____ มม./วินาที ในแบบจำลอง

ระยะทางหนึ่งปีแสง (9.5E+12 กม.): _____ กม. ในแบบจำลอง

ระยะห่างถึงดาวอัลฟา เซนทอรี (4.04E+13 กม.): _____ กม. ในแบบจำลอง

หมายเหตุ: สามารถคำนวณแบบจำลองระบบสุริยะในขนาดอื่นๆได้ที่ http://www.exploratorium.edu/ronh/solar_system/

ตอนที่ 3 สร้างแบบจำลองระบบสุริยะ

นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายดาวเคราะห์ในระบบสุริยะต่างๆ แต่ละกลุ่มจะต้องสร้างแบบจำลองของดาวเคราะห์นั้นตามสัดส่วนที่ได้คำนวณเอาไว้ในตอน ที่ 1

หลังจากที่ทุกกลุ่มได้สร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว ทั้งชั้นเรียนจะออกเดินทางไปในระบบสุริยะ เพื่อไปเยือนดาวเคราะห์ต่างๆ ด้วยระยะทางย่อส่วนตามแบบจำลองนี้

เมื่อถึงระยะทางของดาวเคราะห์ที่ได้รับมอบหมาย ให้กลุ่มของดาวเคราะห์นั้นวางดาวเคราะห์ลง สังเกตระยะทางที่กลับไปถึงยังดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์วงในที่เดินทางผ่านมาแล้ว จากนั้นตัวแทนจากกลุ่มของดาวเคราะห์แต่ละดวงจะแนะนำเพื่อนักเดินทางเข้าสู่ดาวเคราะห์ของตัวเอง ให้แต่ละกลุ่มแนะนำดาวเคราะห์ของตัวเอง นักเรียนอาจจะใช้ข้อมูลที่ให้ไว้เบื้องล่าง หรือเพิ่มเติมเองตามความเหมาะสม

คำอธิบายระบบสุริยะ

ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ มวลกว่า 99% ของทั้งหมดของระบบสุริยะอยู่ในดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ลุกสว่างได้ด้วยปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชั่น จากไฮโดรเจนไปสู่อีเลียมในแกนกลางของดวงอาทิตย์ ซึ่งอาจมีอุณหภูมิได้สูงถึง 15 ล้านองศาเซลเซียส แม้กระทั่งพื้นผิวของดวงอาทิตย์ ก็มีอุณหภูมิสูงถึงกว่า 6000 K ดวงอาทิตย์เป็นเพียงวัตถุเดียวในระบบสุริยะที่มีแสงสว่างในตัวเอง นั่นหมายความว่าเราสามารถมองเห็นวัตถุทุกอย่างในระบบสุริยะได้ เป็นเพราะแสงจากดวงอาทิตย์นั่นเอง จากนั้น เราจะทำการเดินทางออกสู่ดาวเคราะห์ต่างๆ ในระบบสุริยะ ระหว่างที่เราเดินทางไปเยี่ยมดาวเคราะห์ต่างๆ เราจะมองย้อนกลับมาที่ดวงอาทิตย์ดูบ่อยๆ เพื่อเทียบดูว่าเราได้ออกมาไกลจากศูนย์กลางแค่ไหนแล้ว

ดาวพุธ

ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ชั้นในของระบบสุริยะที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด และโคจรเร็วที่สุด ด้วยเหตุนี้เองชาวกรีกจึงตั้งชื่อดาวพุธว่า Mercury ตามเทพนำสารในตำนานเทพนิยายกรีกโรมัน ดาวพุธไม่มีชั้นบรรยากาศ จึงมีสภาพพื้นผิวขรุขระ และมีลักษณะรูปร่างคล้ายกับดวงจันทร์ของโลกมาก อุณหภูมิพื้นผิวของดาวพุธสามารถเปลี่ยนแปลงได้จาก 400° ในเวลากลางวัน ไปถึง -170° ในเวลากลางคืน

ดาวศุกร์

แบบจำลองระบบสุริยะ (Planet Walk)

ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดและมวลใกล้เคียงกับโลกมากที่สุด ด้วยเหตุนี้ บางครั้งเราจึงเรียกดาวศุกร์ว่าเป็นดาว “น้องสาว” ของโลก ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์ที่ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองนานที่สุดในระบบสุริยะ โดยหนึ่งวันบนดาวศุกร์ใช้เวลาถึง 243 วันทีเดียว นอกจากนี้ดาวศุกร์ยังมีทิศทางการหมุนที่สวนทางกับดาวเคราะห์ดวงอื่นในระบบสุริยะ ถึงแม้ว่าดาวศุกร์จะมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ไม่ได้ต่างจากโลกมาก แต่ชั้นบรรยากาศที่หนาแน่นและปฏิกิริยาเรือนกระจกแบบกักเก็บความร้อนกลับทำให้อุณหภูมิพื้นผิวของดาวศุกร์สูงถึงเกือบ 500°C ตลอดทั้งวัน จากบนโลกเราสามารถเห็นดาวศุกร์เป็นดาวสว่าง อยู่สูงจากขอบฟ้าไม่เกิน 40° ก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น เรียกว่าดาวประกายพสุทธ์ หรือหลังอาทิตย์ตก เรียกว่าดาวประจำเมือง

โลก

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงที่สามในระบบสุริยะ และเป็นบ้านที่เราอาศัยอยู่ โลกมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ที่พอเหมาะ ทำให้เราสามารถพบน้ำบนพื้นผิวโลกได้ทั้ง 3 สถานะ โลกมีดวงจันทร์บริวารอยู่หนึ่งดวง ดวงจันทร์ของโลกเป็นวัตถุที่ใกล้ที่สุดที่มนุษย์โลกเคยเดินทางไปถึง โดยนักบินอวกาศใช้เวลาถึงสามวันในการเดินทางจากโลกไปยังดวงจันทร์ หากเรามองย้อนกลับไปที่ดวงอาทิตย์ในแบบจำลองของเรา ณ ตำแหน่งนี้ เราจะพบว่า ขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์จะเท่ากับขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ของจริงบนท้องฟ้า นั่นเป็นเพราะว่าเราได้ย่อทั้งขนาดและระยะทางในแบบจำลองของเราไปในสัดส่วนที่เท่ากัน

ดาวอังคาร

ดาวอังคารมีขนาดเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของโลก และมีบรรยากาศที่เบาบาง ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนมาก ดาวอังคารมีฤดูกาล ใกล้เคียงกับโลก และมีขั้วโลกที่เป็นน้ำแข็งแข็งแข็ง เมื่อซีกโลกของดาวอังคารเข้าสู่ฤดูร้อน น้ำแข็งแข็งบางส่วนบนขั้วโลกของดาวอังคารจะระเหิดกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ และไปสะสมอยู่ที่อีกขั้วโลกซึ่งเป็นฤดูหนาว นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า เมื่อก่อนดาวอังคารเคยมีน้ำที่เป็นของเหลวไหลอยู่บนพื้นผิว แต่สาเหตุที่แน่ชัดว่าทำไมปัจจุบันดาวอังคารจึงไม่มีน้ำหลงเหลืออยู่บนพื้นผิวอีกเลย ยังเป็นปริศนาที่ยิ่งใหญ่ที่สุดข้อหนึ่งในวิทยาศาสตร์ดาวเคราะห์

วงแหวนดาวเคราะห์น้อย

ระหว่างที่เราเดินทางจากวงโคจรของดาวอังคารไปยังดาวพฤหัสบดี เราจะผ่านในส่วนของวงแหวนดาวเคราะห์น้อย เรามักจะเข้าใจกันว่าวงแหวนดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนที่อันตราย เต็มไปด้วยหินซุซระ เป็นอุปสรรคต่อการเดินทางในอวกาศอย่างที่พบเห็นกันในนิยายวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงแล้ว พื้นที่ส่วนมากในวงแหวนดาวเคราะห์น้อยเป็นพื้นที่ว่างเปล่า เนื่องจากดาวเคราะห์น้อยมีขนาดเล็ก และระยะทางที่ห่างไกลกว่าที่เราคิดเอาไว้มาก การที่จะชนเข้ากับดาวเคราะห์น้อยสักดวงจริงๆ แล้วเป็นเรื่องที่ยากมาก เราเพียงพบว่ามีดาวเคราะห์น้อยเป็นจำนวนมากในระบบสุริยะ ที่อยู่ระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่า อาจจะเป็นเศษซากของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะอีกดวงหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถรวมตัวกันได้ เนื่องจากการรบกวนจากแรงโน้มถ่วงของดาวพฤหัสบดี

ดาวพฤหัสบดี

ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่มีมวลมากที่สุดในระบบสุริยะ และเนื่องจากเป็นดาวเคราะห์ก๊าซ จึงไม่มีพื้นผิวแข็งที่สามารถนำยานลงไปสำรวจได้ ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่มีดวงจันทร์บริวารมากที่สุดในระบบสุริยะ โดยในปี 2013 นับได้ถึง 67 ดวง ลักษณะเด่นที่สุดของดาวพฤหัสบดี ก็คือ “จุดแดงใหญ่” ซึ่งเป็นพายุขนาดใหญ่เป็นทางซีกใต้ที่พัดมาต่อเนื่องกันถึงกว่า 300 ปี จุดแดงใหญ่ของดาวพฤหัสบดีมีขนาดใหญ่พอที่จะนำโลกมาวางเทียบกันได้สองถึงสามดวง นอกจากนี้ มวลขนาดใหญ่ของดาวพฤหัสบดีอาจจะคอยช่วยดึงดูดดาวเคราะห์น้อยและดาวหางเป็นจำนวนมาก ที่อาจจะเป็นภัยอันตรายต่อโลก ดาวพฤหัสบดีจึงอาจมีส่วนช่วยปกป้องชีวิตบนโลกต่อภัยอันตรายจากห้วงอวกาศก็เป็นได้

ดาวเสาร์

แบบจำลองระบบสุริยะ (Planet Walk)

ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีรูปร่างเป็นเอกลักษณ์ที่สุด ดาวเสาร์มีความหนาแน่นน้อยมาก หากเราสามารถนำดาวเสาร์มาใส่ในอ่างน้ำขนาดใหญ่ได้ เราจะพบว่าดาวเสาร์สามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากดาวเสาร์มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ แกนของดาวเสาร์มีการเอียงเช่นเดียวกับโลก และในบางครั้งวงแหวนของดาวเสาร์ก็อาจจะไม่สามารถสังเกตเห็นได้จากโลก เราพบว่า ดาวเคราะห์ก๊าซในระบบสุริยะทั้งสี่ดวงต่างก็มีวงแหวน อย่างไรก็ตาม มีแต่วงแหวนของดาวเสาร์เท่านั้นที่สามารถสังเกตเห็นได้เด่นชัด สาเหตุว่าทำไมจึงมีวงแหวนของดาวเสาร์เท่านั้น ที่มีลักษณะเด่นต่างจากดาวเคราะห์ก๊าซดวงอื่นยังเป็นอีกหนึ่งปริศนาที่เรายังไม่ทราบคำตอบที่แน่ชัด

ดาวยูเรนัส

ดาวยูเรนัสเป็นอีกหนึ่งดาวเคราะห์ก๊าซ สิ่งที่แปลกที่สุดของดาวยูเรนัสก็คือ แกนของดาวยูเรนัสมีความเอียงถึง 98° หรือดาวยูเรนัสมีการหมุนแบบ “ตะแคงข้าง” ขณะที่โคจรไปรอบๆ ดวงอาทิตย์ นั่นเอง ด้วยเหตุนี้ซีกดาวเคราะห์ซีกหนึ่งของดาวยูเรนัสจึงมักจะหันหาดวงอาทิตย์เสมอ ซึ่งแตกต่างจากดาวเคราะห์ทั่วไป

ดาวเนปจูน

ดาวเนปจูนเป็นดาวเคราะห์ดวงแรก ที่ค้นพบจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ก่อนที่จะสามารถสังเกตเห็น เนื่องจากระยะทางที่ไกลจากดวงอาทิตย์มาก ทำให้ดาวเคราะห์ก๊าซดวงนี้ มีอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศชั้นนอกต่ำที่สุดในระบบสุริยะ ที่ -218°C แม้กระนั้นก็ตาม ดาวเนปจูนยังสามารถมีสภาพอากาศที่รุนแรง และสามารถพบเห็นจุดดำใหญ่ ไกลเคียงกับจุดแดงใหญ่บนดาวพฤหัสบดี เป็ครั้งคราว

สิ้นสุดระบบสุริยะ

ระบบสุริยะไม่ได้สิ้นสุดแค่ที่ดาวเนปจูน แต่ยังรวมไปถึงวัตถุอื่นๆ อีกมาก ที่อยู่ในระยะที่ไกลออกไป ถัดไปจากดาวเนปจูนเป็นแหล่งกำเนิดของดาวหางคาบสั้น เรียกว่า วงแหวนไคเปอร์ (Kuiper Belt) ซึ่งมีดาวเคราะห์แคระพลูโตเป็นสมาชิกที่มีขนาดใหญ่ที่สุด นอกจากนี้ยังมีวัตถุอื่นๆ อีกมาก แผ่กระจายเป็นระยะทางไกล เรียกรวมนๆ ว่า วัตถุพ้นดาวเนปจูน

ขอบเขตของระบบสุริยะไม่ได้มีเขตกำหนดที่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับว่าเราจะนิยามอย่างไร ณ ปัจจุบันวัตถุที่มนุษย์สร้างที่เดินทางออกไปไกลที่สุดก็คือยานสำรวจอวกาศวอยเอเจอร์ 1 ซึ่งในปี ค.ศ. 2013 ได้เดินทางข้ามเฮลิโอสเฟส (Heliopause) ที่ระยะ 120 AU ซึ่งเป็นบริเวณที่พ้นจากอิทธิพลของลมสุริยะ อาจกล่าวได้ว่า ยานวอยเอเจอร์ได้พ้นจากระบบสุริยะเรียบร้อยแล้ว อย่างไรก็ตาม ดาวหางคาบยาวอีกจำนวนมากในระบบสุริยะอยู่ในบริเวณแถบเมฆออร์ต (Oort Cloud) ซึ่งสามารถอยู่ออกไปได้ไกลถึง 50,000 AU

ระบบดาวฤกษ์ที่ใกล้ระบบสุริยะมากที่สุดก็คือ ระบบดาวฤกษ์อัลฟา เซนทอรี (Alpha Centauri) อยู่ห่างออกไปประมาณ 4 ปีแสง ดาวฤกษ์ที่ไกลที่สุด ที่สามารถเห็นได้ง่ายด้วยตาเปล่าก็คือดาวเดเนบ (Deneb) ในกลุ่มดาวหงส์ ซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 1500 ปีแสง อย่างไรก็ตาม ดาวสว่างส่วนมากที่เราสามารถมองเห็นได้ อยู่ห่างออกไปเพียงไม่กี่สิบลปีแสง ซึ่งเป็นเพียงส่วนเล็กน้อยของกาแล็กซีทางช้างเผือก ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางกว่าหนึ่งแสนปีแสง กาแล็กซีที่ใกล้ทางช้างเผือกที่สุดคือกาแล็กซีแอนโดรเมดา ซึ่งมีระยะห่าง 2.6 ล้านปีแสง