แบบจำลองระบบสุริยะ (Planet Walk)

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

ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะสามารถออกเป็น ดาวเคราะห์ชั้นใน 4 ดวงมีขนาดเล็กและเป็นดาวเคราะห์ที่ทำจากหินแข็ง ในขณะที่ดาวเคราะห์ส่วนนอกเป็นดาวแก๊สยักษ์ พ้นจากดาวเคราะห์ส่วนนอกไปจะเป็นส่วนของแถบไคเปอร์ (Kuiper's Belt) ซึ่งก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่เล็กและดาวพลูโตอาศัยอยู่ ถัดออกไปเป็นบริเวณที่ลมสุริยะบรรจบกับมวลสารในดาราจักร เรียกว่าเฮลิโอพอส (Heliopause) พ้นออกไปจึงเป็นบริเวณของเมฆออร์ต (Oort Cloud) ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของดาวหางคาบยาว

ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้ทำการสร้างแบบจำลองย่อส่วนของระบบสุริยะ โดยสมมุติให้ในแบบจำลองนี้ถ้าดวงอาทิตย์ของเรามีขนาด 10 ซม. ในแบบจำลองนี้ นักเรียนคิดว่าโลกของเราจะมีขนาดเท่าใด? ระยะห่างจากโลกถึงดวงอาทิตย์ควรจะเป็นเท่าใด? ระบบสุริยะควรจะมีขนาดเท่าใด? และดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้ที่สุดอยู่ห่างออกไปแค่ไหน?

ตอนที่ 1 ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์

ระยะทางที่เรามักจะพบกันในดาราศาสตร์ เป็นระยะทางที่ไกลมาก และสามารถทำความเข้าใจได้ยาก เราอาจจะทราบว่าดวงจันทร์มีระยะทางที่ไกลจากโลกมาก แต่เราจะทำความเข้าใจได้อย่างไรว่าดวงจันทร์ไกลจากโลกแค่ไหน?

วิธีหนึ่งที่เราสามารถทำความเข้าใจกับระยะทางในจักรวาลได้ก็คือการสร้างแบบจำลอง หากเราสมมติว่าโลกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม.ในแบบจำลอง นักเรียนคิดว่าดวงจันทร์ควรจะมีขนาดเท่าใดในแบบจำลองนี้? และดวงจันทร์ควรจะอยู่ห่างจากโลกออกไปเท่าใด?

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 กม.)/(1,274 กม./ซม.) = 2.7 ซม.

เส้นผ่านศูนย์กลางของดวงจันทร์ในแบบจำลอง = _____2.7_____ ซม.

เราสามารถใช้วิธีเดียวกันเพื่อหาระยะทางถึงดวงจันทร์ในแบบจำลองนี้
ระยะทางจากโลกถึงดวงจันทร์ในแบบจำลอง = _____301.7_____ ซม.

ตอนที่ 2 คำนวนระยะห่างในแบบจำลอง

หากเราจะสร้างแบบจำลองระบบสุริยะโดยให้ดวงอาทิตย์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. ขนาดของวัตถุต่างๆในระบบสุริยะจะมีขนาดเท่าใดในแบบจำลองนี้? ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ของวัตถุต่างๆจะมีค่าเท่าใด? คำนวนและเติมลงในตารางข้างล่าง

วัตถุ	เส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุ (กม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุ ในแบบจำลอง (มม.)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (กม.)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ ในแบบจำลอง (ม.)
ดวงอาทิตย์	1,391,900	100	-	-
ดาวพุธ	4,866	0.3	57,950,000	4.2
ดาวศุกร์	12,106	0.8	108,110,000	7.8
โลก	12,742	0.9	149,570,000	10.8
- ดวงจันทร์	3,476	0.24	(ระยะห่างจากโลก) 384,400	0.028
ดาวอังคาร	6,760	0.4	227,840,000	16.4
ดาวพฤหัส	142,984	10.2	778,140,000	55.9
ดาวเสาร์	116,438	8.3	1,427,000,000	102.5
ดาวยูเรนัส	46,940	3.3	2,870,300,000	206.2
ดาวเนปจูน	45,432	3.2	4,499,900,000	323.3
ดาวพลูโต	2,274	0.1	5,913,000,000	424.8

ในทางดาราศาสตร์ เรานิยมวัดระยะทางในระบบสุริยะเป็นหน่วยระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เรียกว่า Astronomical Unit (AU)
ในแบบจำลองนี้เราจะได้ว่า 1 AU เทียบเท่าเป็นระยะทาง __10.8__ เมตร ในแบบจำลอง

ระยะทางของแถบไคเปอร์จากดวงอาทิตย์ (30-50 AU): __300-500__ เมตร ในแบบจำลอง

เฮลิโอพอส (100-200 AU): __1-2__ เมตร ในแบบจำลอง

เมฆออร์ต (50,000-100,000 AU): __500-1000__ เมตร ในแบบจำลอง

แบบจำลองระบบสุริยะ (Planet Walk)

ความเร็วแสง (299,792 ม./วินาที): __21.5__ มม./วินาที ในแบบจำลอง

ระยะทางหนึ่งปีแสง (9.5E+12 กม.): __680__ กม. ในแบบจำลอง

ระยะห่างถึงดาวอัลฟ่า เซนทอรี (4.04E+13 กม.): __2,902__ กม. ในแบบจำลอง

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

ตอนที่ 3 สร้างแบบจำลองระบบสุริยะ

นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายดาวเคราะห์ในระบบสุริยะต่างๆ แต่ละกลุ่มจะต้องสร้างแบบจำลองของดาวเคราะห์นั้นตามสัดส่วนที่ได้คำนวณเอาไว้ในตอนที่ 1

หลังจากที่ทุกกลุ่มได้สร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว ทั้งชั้นเรียนจะออกเดินทางไปในระบบสุริยะ เพื่อไปเยือนดาวเคราะห์ต่างๆ ด้วยระยะทางย่อส่วนตามแบบจำลองนี้

เมื่อถึงระยะทางของดาวเคราะห์ที่ได้รับมอบหมาย ให้กลุ่มของดาวเคราะห์นั้นวางดาวเคราะห์ลง สังเกตระยะทางที่กลับไปถึงยังดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์วงในที่เดินทางผ่านมาแล้ว จากนั้นตัวแทนจากกลุ่มของดาวเคราะห์แต่ละดวงจะแนะนำเพื่อนนักเดินทางเข้าสู่ดาวเคราะห์ของตัวเอง ให้แต่ละกลุ่มแนะนำดาวเคราะห์ของตัวเอง นักเรียนอาจจะใช้ข้อมูลที่ให้ไว้เบื้องล่าง หรือเพิ่มเติมเองตามความเหมาะสม

<u>คำอธิบายระบบสุริยะ</u>

ดวงอาทิตย์

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

ดาวพุธ

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

ดาวศุกร์

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

โลก

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงที่สามในระบบสุริยะ และเป็นบ้านที่เราอาศัยอยู่ โลกมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ที่พอเหมาะ ทำให้เราสามารถพบน้ำบนพื้นผิวโลกได้ทั้ง 3 สถานะ โลกมีดวงจันทร์บริวารอยู่หนึ่งดวง ดวงจันทร์ของโลกเป็นวัตถุที่ไกลที่สุดที่มนุษย์โลกเคยเดินทางไปถึง โดยนักบินอวกาศใช้เวลาถึงสามวันในการเดินทางจากโลกไปยังดวงจันทร์ หากเรามองย้อนกลับไปที่ดวงอาทิตย์ในแบบจำลองของเรา ณ ตำแหน่งนี้ เราจะพบว่า ขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์จะเท่ากันกับขนาดเชิงมุมของดวงอาทิตย์ของจริงบนท้องฟ้า นั่นเป็นเพราะว่าเราได้ย่อทั้งขนาดและระยะทางในแบบจำลองของเราไปในสัดส่วนที่เท่ากัน

ดาวอังคาร

ดาวอังคารมีขนาดเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของโลก และมีบรรยากาศที่เบาบาง ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนมาก ดาวอังคารมีฤดูกาล ใกล้เคียงกับโลก และมีขั้วโลกที่เป็นน้ำแข็งแห้ง เมื่อซีกโลกของดาวอังคารเข้าสู่ฤดูร้อน น้ำแข็งแห้งส่วนหนึ่งบนขั้วโลกของดาวอังคารจะระเหิดกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ และไปสะสมอยู่ที่อีกขั้วโลกซึ่งเป็นฤดูหนาว นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า เมื่อก่อนดาวอังคารเคยมีน้ำที่เป็นของเหลวไหลอยู่บนพื้นผิว แต่สาเหตุที่แน่ชัดว่าทำไมปัจจุบันดาวอังคารจึงไม่มีน้ำหลงเหลืออยู่บนพื้นผิวอีกเลย ยังเป็นปริศนาที่ยิ่งใหญ่ที่สุดข้อหนึ่งในวิทยาดาวเคราะห์

วงแหวนดาวเคราะห์น้อย

ระหว่างที่เราเดินทางจากวงโคจรของดาวอังคารไปยังดาวพฤหัส เราจะผ่านในส่วนของวงแหวนดาวเคราะห์น้อย เรามักจะเข้าใจกันว่าวงแหวนดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนที่อันตราย เต็มไปด้วยหินขรุขระ เป็นอุปสรรคต่อการเดินทางในอวกาศอย่างที่พบเห็นกันในนิยายวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงแล้ว พื้นที่ส่วนมากในวงแหวนดาวเคราะห์น้อยเป็นพื้นที่ว่างเปล่า เนื่องจากดาวเคราะห์น้อยมีขนาดเล็ก และระยะทางที่ห่างไกลกว่าที่เราคิดเอาไว้มาก การที่จะชนเข้ากับดาวเคราะห์น้อยสักดวงจริงๆ แล้วเป็นเรื่องที่ยากมาก เราเพียงพบว่ามีดาวเคราะห์น้อยเป็นจำนวนมากในระบบสุริยะ ที่อยู่ระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัส ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่า อาจจะเป็นเศษซากของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะอีกดวงหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถรวมตัวกันได้ เนื่องจากการรบกวนจากแรงโน้มถ่วงของดาวพฤหัส

ดาวพฤหัส

ดาวพฤหัสเป็นดาวเคราะห์ที่มีมวลมากที่สุดในระบบสุริยะ และเนื่องจากเป็นดาวเคราะห์ก๊าซ จึงไม่มีพื้นผิวแข็งที่สามารถนำยานลงไปสำรวจได้ ดาวพฤหัสเป็นดาวเคราะห์ที่มีดวงจันทร์บริวารมากที่สุดในระบบสุริยะ โดยในปี 2013 นับได้ถึง 67 ดวง ลักษณะเด่นที่สุดของดาวพฤหัส ก็คือ “จุดแดงใหญ่” ซึ่งเป็นพายุขนาดใหญ่เป็นทางซีกใต้ที่พัดมาต่อเนื่องกันถึงกว่า 300 ปี จุดแดงใหญ่ของดาวพฤหัสมีขนาดใหญ่พอที่จะนำโลกมาวางเทียบกันได้สองถึงสามดวง นอกจากนี้ มวลขนาดใหญ่ของดาวพฤหัสอาจจะคอยช่วยดึงดูดดาวเคราะห์น้อยและดาวหางเป็นจำนวนมาก ที่อาจจะเป็นภัยอันตรายต่อโลก ดาวพฤหัสจึงอาจมีส่วนช่วยปกป้องชีวิตบนโลกต่อภัยอันตรายจากห้วงอวกาศก็เป็นได้

ดาวเสาร์

ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีรูปร่างเป็นเอกลักษณ์ที่สุด ดาวเสาร์มีความหนาแน่นน้อยมาก หากเราสามารถนำดาวเสาร์มาใส่ในอ่างน้ำขนาดใหญ่ได้ เราจะพบว่าดาวเสาร์สามารถลอยน้ำได้ เนื่องจากดาวเสาร์มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ แกนของดาวเสาร์มีการเอียงเช่นเดียวกับโลก และในบางครั้งวงแหวนของดาวเสาร์ก็อาจจะไม่สามารถสังเกตเห็นได้จากโลก เราพบว่า ดาวเคราะห์ก๊าซในระบบสุริยะทั้งสี่ดวงต่างก็มีวงแหวน อย่างไรก็ตาม มีแต่วงแหวนของดาวเสาร์เท่านั้นที่สามารถสังเกตุเห็นได้เด่นชัด สาเหตุว่าทำไมจึงมีแต่วงแหวนของดาวเสาร์เท่านั้น 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 ใกล้เคียงกับจุดแดงใหญ่บนดาวพฤหัสได้ เป็ครั้งคราว

สิ้นสุดระบบสุริยะ

ระบบสุริยะไม่ได้สิ้นสุดแค่ที่ดาวเนปจูน แต่ยังรวมไปถึงวัตถุอื่นๆ อีกมาก ที่อยู่ในระยะที่ไกลออกไป ถัดไปจากดาวเนปจูนเป็นแหล่งกำเนิดของดาวหางคาบสั้น เรียกว่า วงแหวนไคเปอร์ (Kuiper Belt) ซึ่งมีดาวเคราะห์แคระพลู โตเป็นสมาชิกที่มีขนาดใหญ่ที่สุด นอกจากนี้ยังมีวัตถุอื่นๆ อีกมาก แผ่กระจายเป็นระยะทางไกล เรียกรวมๆ ว่า วัตถุพ้นดาวเนปจูน

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

ระบบดาวฤกษ์ที่ใกล้ระบบสุริยะมากที่สุดก็คือ ระบบดาวฤกษ์อัลฟ่า เซนทอรี (Alpha Centauri) อยู่ห่างออกไปประมาณ 4 ปีแสง ดาวฤกษ์ที่ไกลที่สุด ที่สามารถเห็นได้ง่ายด้วยตาเปล่าก็คือดาวเดเนบ (Deneb) ในกลุ่มดาวหงษ์ ซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 1500 ปีแสง อย่างไรก็ตาม ดาวสว่างส่วนมากที่เราสามารถมองเห็นได้ อยู่ห่างออกไปเพียงไม่กี่สิบปีแสง ซึ่งเป็นเพียงส่วนเล็กน้อยของกาแล็กซีทางช้างเผือก ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางกว่าหนึ่งแสนปีแสง กาแล็กซีที่ใกล้ทางช้างเผือกที่สุดคือกาแล็กซีแอนโดรมีดา ซึ่งมีระยะห่าง 2.6 ล้านปีแสง