ดาวเคราะห์ และดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

Rosa M. Ros, Hans Deeg

International Astronomical Union
Politechnical University of Catalonia, Spain
Institute of Astrophysics of Canarian, Spain

จุดประสงค์

- เข้าใจความหมายของตัวเลขที่แสดงในตารางของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ
- เข้าใจลักษณะหลักของระบบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

ระบบสุริยะ

สร้างแบบจำลองที่สามารถสื่อได้ถึงข้อมูลที่สำคัญ ไม่เพียงแต่เพื่อความสวยงามหรือเป็นงานหัตถกรรมเพียงเท่านั้น

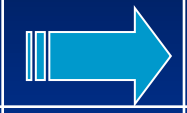
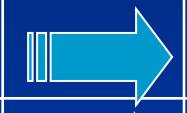
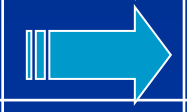
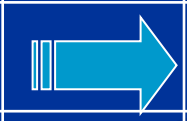
จากข้อมูลเบื้องต้น

เราต้องการสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์

แบบจำลองระยะทางในระบบสุริยะ

ดาวพุธ	57 900 000 km	6 cm	0.4 AU
ดาวศุกร์	108 300 000 km	11 cm	0.7 AU
โลก	149 700 000 km	15 cm	1.0 AU
ดาวอังคาร	228 100 000 km	23 cm	1.5 AU
ดาวพฤหัสบดี	778 700 000 km	78 cm	5.2 AU
ดาวเสาร์	1 430 100 000 km	143 cm	9.6 AU
ดาวยูเรนัส	2 876 500 000 km	288 cm	19.2 AU
ดาวเนปจูน	4 506 600 000 km	450 cm	30.1 AU

แบบจำลองขนาดดาวเคราะห์

ดาวพุธ	1 392 000 km		139.0 cm
ดาวศุกร์	4 878 km		0.5 cm
โลก	12 180 km		1.2 cm
ดาวอังคาร	12 756 km		1.3 cm
ดาวพฤหัสบดี	6 760 km		0.7 cm
ดาวเสาร์	142 800 km		14.3 cm
ดาวยูเรนัส	120 000 km		12.0 cm
ดาวเนปจูน	50 000 km		5.0 cm
ดาวพุธ	45 000 km		4.5 cm

แบบจำลองขนาดดาวเคราะห์

เสื้อเชิ้ตที่มีขนาดเปรียบเทียบของดาวเคราะห์ตามมาตราส่วน

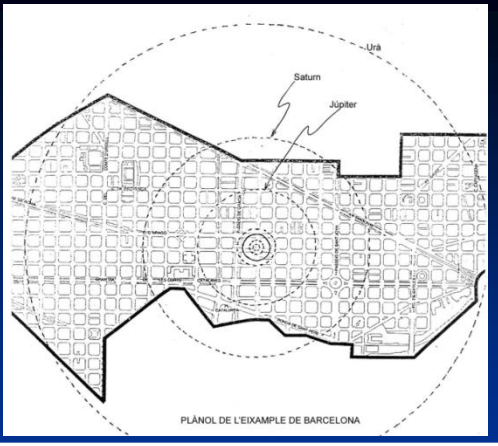
เส้นผ่านศูนย์กลางและระยะห่างจากดวงอาทิตย์

ดาวพุธ	1 392 000 km		25.0cm	
ดาวศุกร์	4 878 km	57 900 000 km	0.1cm	10 m
โลก	12 180 km	108 300 000 km	0.2 cm	19 m
ดาวอังคาร	12 756 km	149 700 000 km	0.2 cm	27 m
ดาวพฤหัสบดี	6 760 km	228 100 000 km	0.1 cm	41 m
ดาวเสาร์	142 800 km	778 700 000 km	2.5 cm	140 m
ดาวยูเรนัส	120 000 km	1 430 100 000 km	2.0 cm	250 m
ดาวเนปจูน	50 000 km	2 876 500 000 km	1.0 cm	500 m
ดาวพุธ	45 000 km	4 506 600 000 km	1.0 cm	800 m

สนามโรงเรียนทั่วๆ ไป ไปได้ถึงแค่ดาวอังคาร

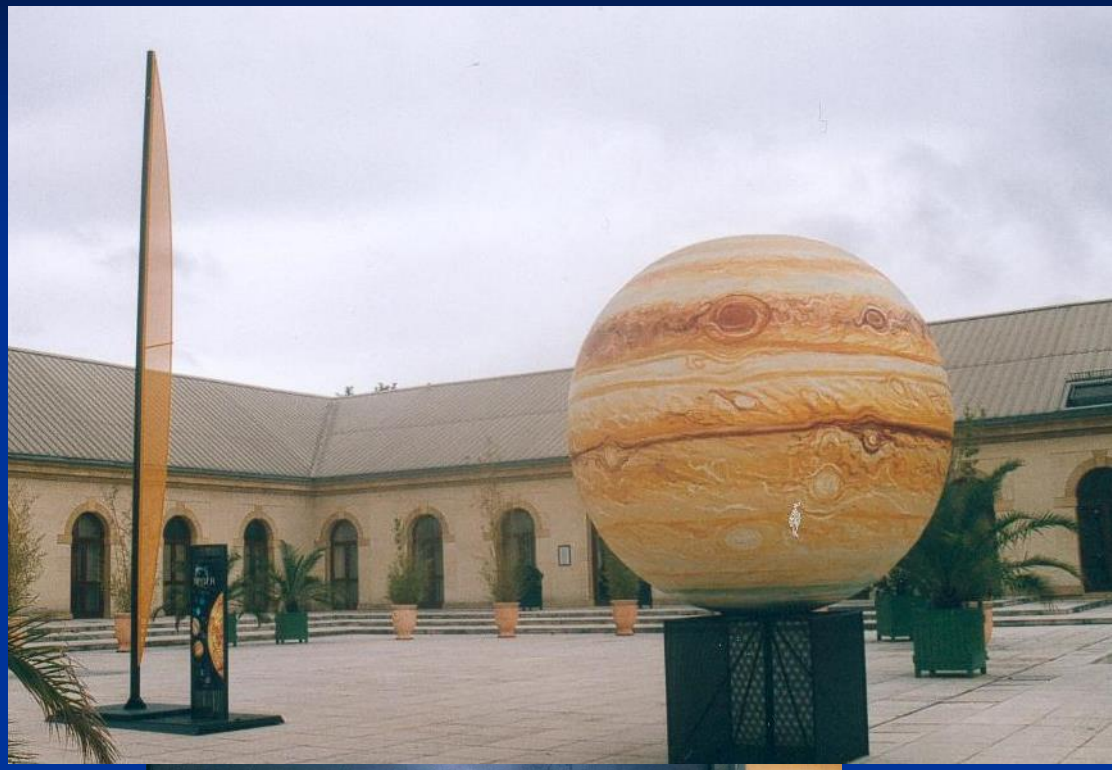
แบบจำลองขนาดและระยะห่างของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะในสนามโรงเรียน

แบบจำลองในเมือง
(Barcelona)



ดวงอาทิตย์	เครื่องซักผ้า	*Puerta Instituto*
ดาวพุธ	ไข่ปลาคาเวียร์	*Puerta Hotel Diplomatic*
ดาวศุกร์	ถั่ว	*Pasaje Méndez Vigo*
โลก	ถั่ว	*Entre Méndez Vigo y Bruc*
ดาวอังคาร	เม็ดพริกไทย	*Paseo de Gracia*
ดาวพฤหัสบดี	ผลส้ม	*Calle Balmes*
ดาวเสาร์	ผลส้มเขียวหวาน	*Pasaje Valeri Serra*
ดาวยูเรนัส	ลูกเกาลัด	*Calle Entenza*
ดาวเนปจูน	ลูกเกาลัด	*Estación de Sans*

แบบจำลองในเมือง Metz (ประเทศฝรั่งเศส)



แบบจำลองเวลา

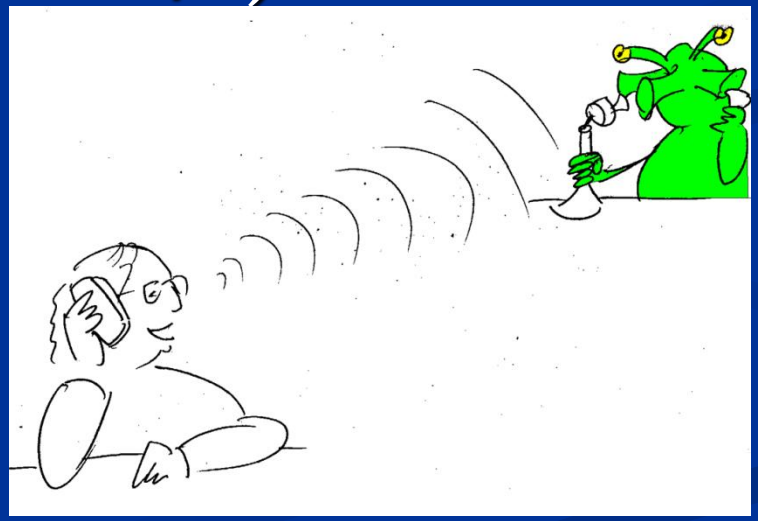
- $c = 300\ 000\ km/s$

เวลาที่แสงใช้เดินทางจากดวงจันทร์ไปยังโลก:

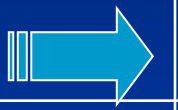
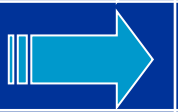
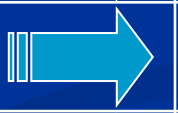
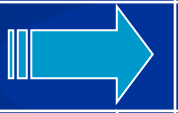
t = ระยะทางจากโลกไปยังดวงจันทร์/ c

$= 384\ 000km\ /\ (300{,}000\ km/s) = 1.3\ s$

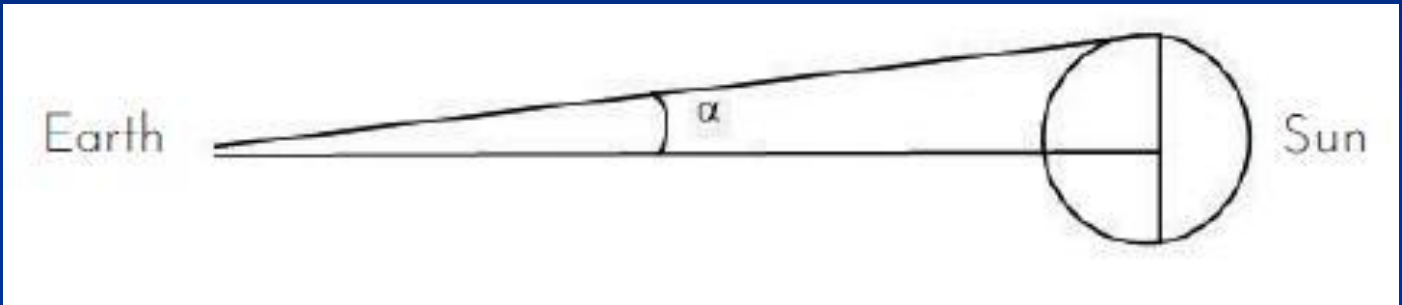
ถ้าเราต้องสื่อสารกับดาวเคราะห์อื่นผ่านทางวีดีโอ บทสนทนานั้นจะเป็นอย่างไร?



เวลาที่แสงอาทิตย์ใช้เพื่อไปถึง...

ดาวพุธ	57 900 000 km		3.3 minutes
ดาวศุกร์	108 300 000 km		6.0 minutes
โลก	149 700 000 km		8.3 minutes
ดาวอังคาร	228 100 000 km		12.7 minutes
ดาวพฤหัสบดี	778 700 000 km		43.2 minutes
ดาวเสาร์	1 430 100 000 km		1.32 hours
ดาวยูเรนัส	2 876 500 000 km		2.66 hours
ดาวเนปจูน	4 506 600 000 km		4.16 hours

ขนาดปรากฏของดวงอาทิตย์จากดาวเคราะห์แต่ละดวง

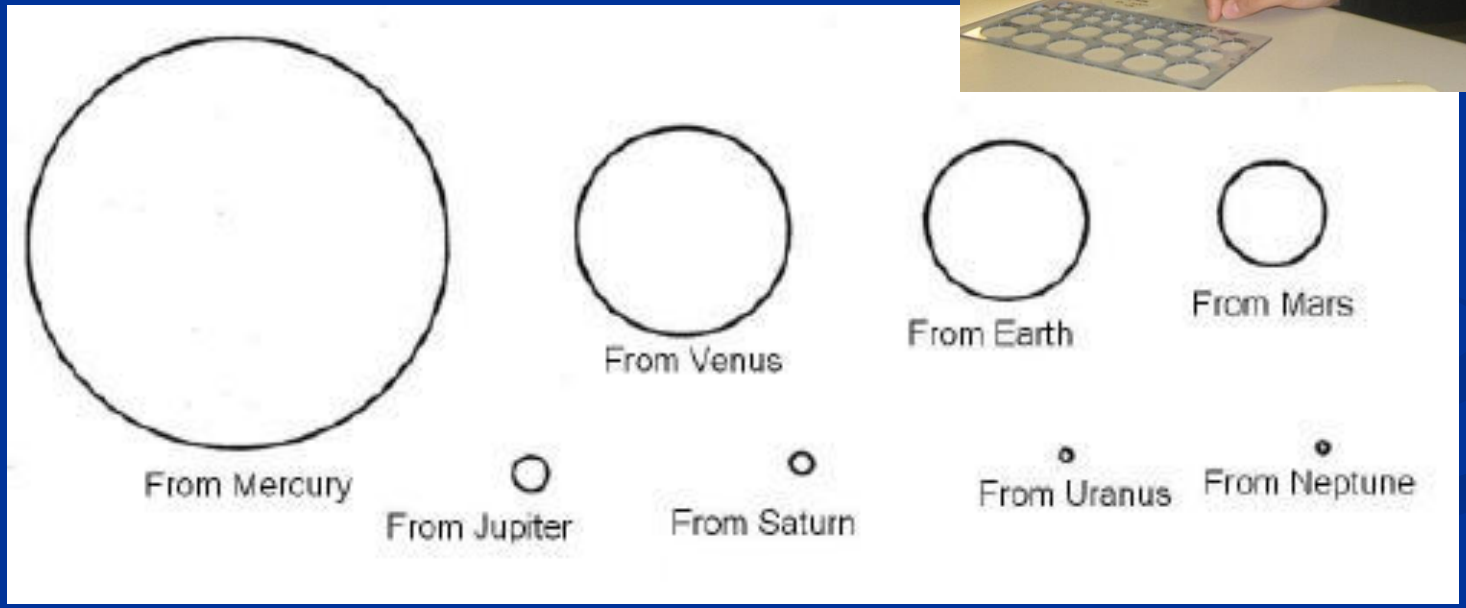


- $\alpha = \tan \alpha =$ รัศมีดวงอาทิตย์/ ระยะห่างดวงอาทิตย์

$= 700\,000/150\,000\,000 = 0.0045$ radian $= 0.255^{\circ}$

- จากโลก ดวงอาทิตย์จะมีขนาดปรากฏ 2α $= 0.51^{\circ}$

ขนาดปรากฏของดวงอาทิตย์จากดาวเคราะห์แต่ละดวง



ความหนาแน่น

ดวงอาทิตย์	1.41 g/cm3	→	กำมะถัน (1.1-2.2)
ดาวพุธ	5.41 g/cm3	→	แร่ไพไรท์ (5.2)
ดาวศุกร์	5.25 g/cm3	→	แร่ไพไรท์ (5.2)
โลก	5.52 g/cm3	→	แร่ไพไรท์ (5.2)
ดาวอังคาร	3.90 g/cm3	→	สังกะสี (4.0)
ดาวพฤหัสบดี	1.33 g/cm3	→	กำมะถัน (1.1-2.2)
ดาวเสาร์	0.71 g/cm3	→	ไม้สน (0.55)
ดาวยูเรนัส	1.30 g/cm3	→	กำมะถัน (1.1-2.2)
ดาวเนปจูน	1.70 g/cm3	→	ดินเหนียว (1.8-2.5)

แบบจำลองความแป้น

- ตัดกระดาษออกเป็นแถบ ยาว 35x1 cm.
- นำกระดาษมาติดกับท่อนไม้กลมยาว 50 ซม. และเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. โดยยึดกระดาษกับปลายตะเกียบด้านบน แต่ติดกระดาษล่างให้เลื่อนขึ้นลงตามท่อนไม้ได้
- หมุนท่อนไม้โดยรูดไปมาระหว่างมือทั้งสอง แรงหนีศูนย์กลางจะเหวี่ยงกระดาษออกในลักษณะเดียวกับดาวเคราะห์

ความแป้น

ดาวเคราะห์	(รัศมีตามแนวศูนย์สูตร-รัศมีตามแนวแกน)/ รัศมีตามแนวศูนย์สูตร
ดาวพุธ	0.0
ดาวศุกร์	0.0
โลก	0.0034
ดาวอังคาร	0.005
ดาวพฤหัสบดี	0.064
ดาวเสาร์	0.108
ดาวยูเรนัส	0.03
ดาวเนปจูน	0.03

แบบจำลองคาบการโคจร

- ผูกตัวน๊อตเอาไว้ที่ปลายเชือก และถือปลายอีกด้านหนึ่งเอาไว้ เหวี่ยงเชือกไปมาเหนือศีรษะ
- ยิ่งเราปล่อยเชือกให้ยาวขึ้นเท่าใด เราจะพบว่าจะต้องใช้เวลานานขึ้นก่อนที่จะวนครบหนึ่งคาบ
- ถ้าเราดึงเชือกให้สั้นลง คาบที่ต้องใช้จะสั้นลงเช่นกัน

ข้อมูลวงโคจรของโลก

อัตราเร็วโคจรเฉลี่ย $v = 2\pi R/T$

สำหรับโลก

$v = 2\pi 150 \times 10^6/365$

$v = 2{,}582{,}100$ km/day $= 107{,}590$ km/h $= 29.9$ km/s

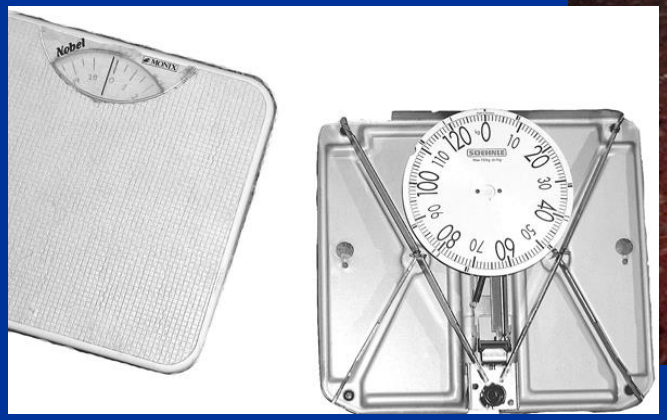
(อัตราเร็วเฉลี่ยของดวงอาทิตย์รอบใจกลางกาแล็กซีอยู่ที่ 220 km/s หรือ 800000 km/h.)

ข้อมูลวงโคจร

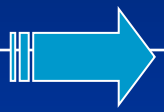
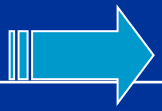
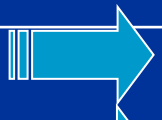
ดาวเคราะห์	คาบการโคจร (วัน)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์(km)	อัตราเร็วโคจรเฉลี่ย (km/s)	อัตราเร็วโคจรเฉลี่ย (km/h)
ดาวพุธ	87.97	57.9×10^6	47.90	172440
ดาวศุกร์	224.70	108.3×10^6	35.02	126072
โลก	365.26	149.7×10^6	29.78	107208
ดาวอังคาร	686.97	228.1×10^6	24.08	86688
ดาวพฤหัสบดี	4331.57	778.7×10^6	13.07	47052
ดาวเสาร์	10759.22	$1\,430.1 \times 10^6$	9.69	34884
ดาวยูเรนัส	30.799.10	$2\,876.5 \times 10^6$	6.81	24876
ดาวเนปจูน	60190.00	$4\,506.6 \times 10^6$	5.43	19558

แบบจำลองความเร่งโน้มถ่วงพื้นผิว

- แรงโน้มถ่วงพื้นผิว, $F = GM\ m/d^2$, ถ้า $m = 1$, $d = R$. ดังนั้น $g = GM/R^2$, เมื่อ $M = 4/3\ \pi\ R^3\ \rho$
- แทนค่า: $g = 4/3\ \pi\ G\ R\ \rho$



ความเร่งโน้มถ่วงพื้นผิว

ดาวเคราะห์	รัศมีแนวศูนย์สูตร	ความหนาแน่น		แรงโน้มถ่วงที่ได้จากการคำนวน	แรงโน้มถ่วงพื้นผิวจริง	
ดาวพุธ	2439 km	5.4 g/cm3		0.378	3.70 m/s2	0.37
ดาวศุกร์	6052 km	5.3 g/cm3		0.894	8.87 m/s2	0.86
โลก	6378 km	5.5 g/cm3		1.000	9.80 m/s2	1.00
ดาวอังคาร	3397 km	3.9 g/cm3		0.379	3.71 m/s2	0.38
ดาวพฤหัสบดี	71492 km	1.3 g/cm3		2.540	23.12 m/s2	2.36
ดาวเสาร์	60268 km	0.7 g/cm3		1.070	8.96 m/s2	0.91
ดาวยูเรนัส	25559 km	1.2 g/cm3		0.800	8.69 m/s2	0.88
ดาวเนปจูน	25269 km	1.7 g/cm3		1.200	11.00 m/s2	1.12
ดวงจันทร์					1.62 m/s2	0.16

แบบจำลอง "หลุมอุกกาบาต"

- ปูพื้นด้วยหนังสือพิมพ์เพื่อกันเปื้อน
- เทแป้งลงในกล่องเปล่าให้หนาประมาณ 1-2 ซม. ทำพื้นผิวให้เรียบ
- ร่อนผงโกโก้ลงบนแป้งเล็กน้อยให้มีความหนาเพียงไม่กี่มม.
- ปล่อยผงโกโก้หนึ่งช้อนโต๊ะตกจากที่สูง 2 ม. ลงยังกล่องที่เตรียมไว้ แล้วสังเกตลักษณะหลุมอุกกาบาตที่เกิดขึ้น
- สามารถนำอุปกรณ์นี้มาใช้ใหม่ได้

ความเร็วหลุดพ้น

- อวกาศ $e = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t$
- ความเร็ว $v = a t + v_0$
- บนพื้นผิว $v_0 = 0$, $a = g$ และ $e = R$, ดังนั้น

$R = \frac{1}{2} gt^2$ และ $v = gt$.

แทนค่า t, แล้วจะได้ความเร็วหลุดพ้น

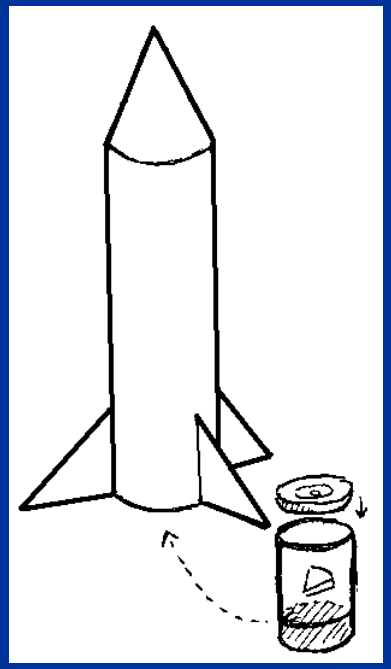
$$v = (2gR)^{1/2}$$

ความเร็วหลุดพ้น

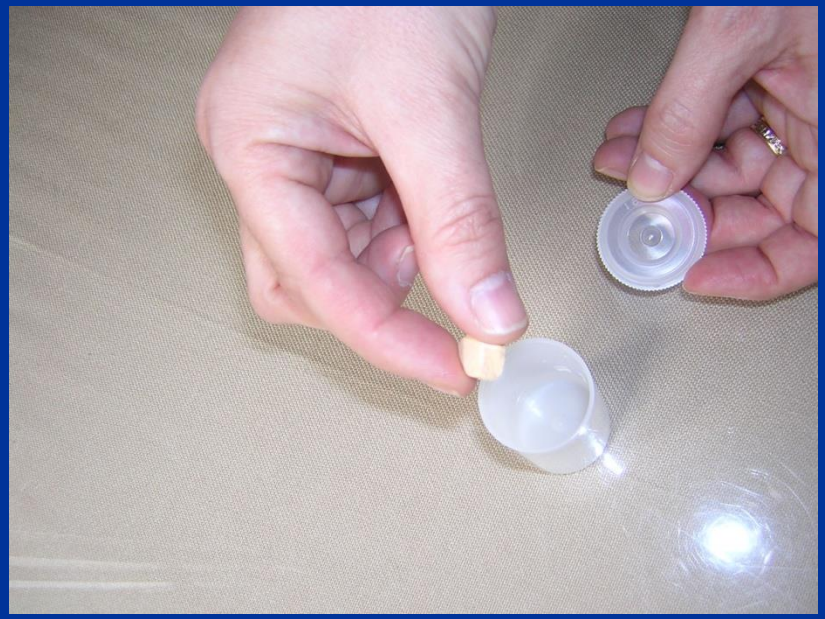
ดาวเคราะห์	รัศมีแนวศูนย์สูตร	ความเร่งโน้มถ่วงพื้นผิว		ความเร็วหลุดพ้น
ดาวพุธ	2 439 km	0.378		4.3 km/s
ดาวศุกร์	6 052 km	0.894		10.3 km/s
โลก	6 378 km	1.000		11.2 km/s
ดาวอังคาร	3 397 km	0.379		5.0 km/s
ดาวพฤหัสบดี	71 492 km	2.540		59.5 km/s
ดาวเสาร์	60 268 km	1.070		35.6 km/s
ดาวยูเรนัส	25 559 km	0.800		21.2 km/s
ดาวเนปจูน	25 269 km	1.200		23.6 km/s

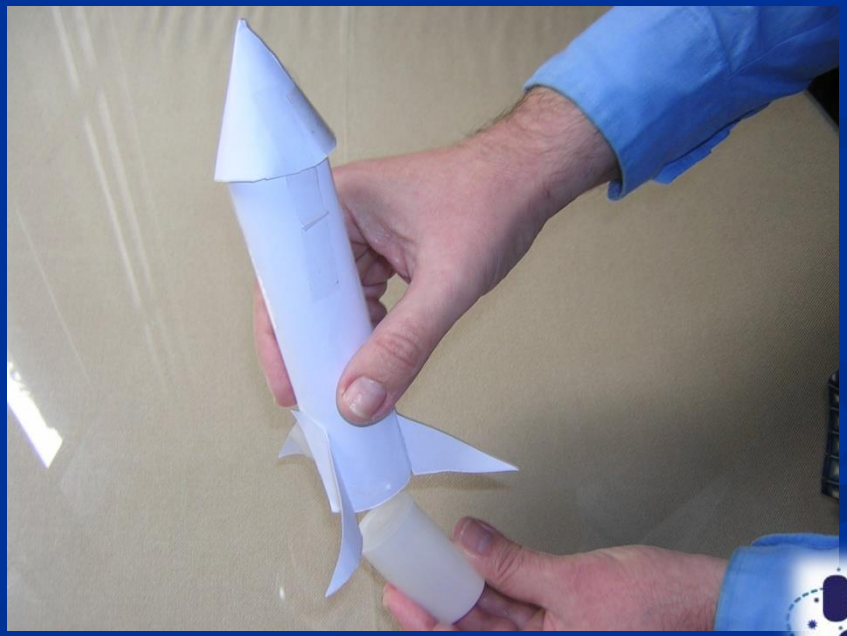
การปล่อยจรวด

- กระดาษแข็ง
- กล่องฟิล์ม
- ยาแอสไพริน ¼ เม็ด



Redoxon





ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

ในปี 1995 ไมเคิล เมเยอร์ และ ดิเดยอร์ ได้ประกาศการค้นพบดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะโคจรรอบดาวฤกษ์ 51 Pegasi

2M1207b directly imaged (ESO)

1st photo

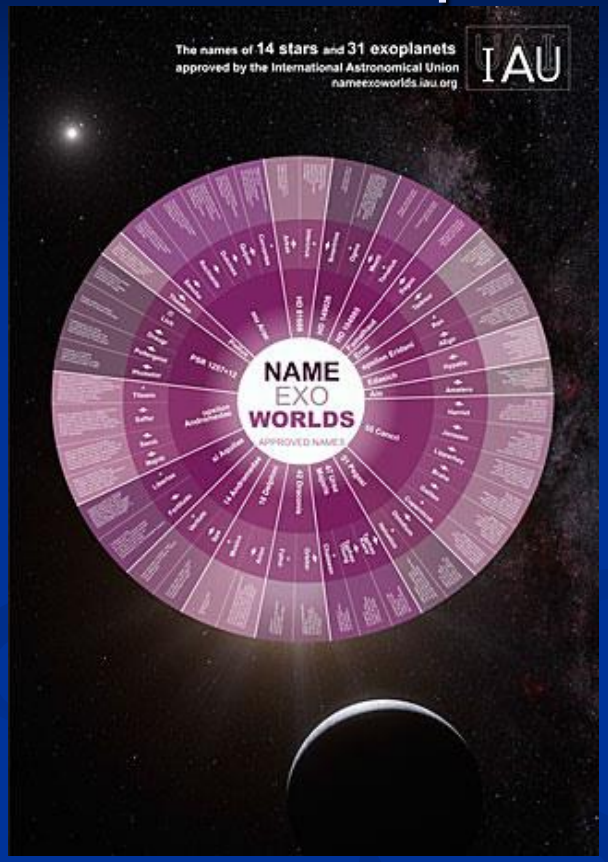
เราอาศัยเทคโนโลยี

กาลิเลโอสังเกตการณ์ดาวเสาร์ด้วยกล้องโทรทรรศน์ครั้งแรกในปี ค.ศ.1610 แต่เขาไม่เห็นวงแหวนชัดเจน และตีความว่าดาวเสาร์มีลักษณะเป็นวัตถุ 3 ดวง

ต่อมา ในปี ค.ศ.1659 เฮยเคินส์ได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ที่ดีกว่าค้นพบว่าสิ่งที่อยู่รอบดาวเสาร์นั้นเป็นวงแหวน ด้วยเหตุดังกล่าว ภาพวาดของรือเบินส์ในปี ค.ศ.1636-1638 จึงแสดงดาวเสาร์ปรากฏเป็นวัตถุ 3 ดวงตามการค้นพบของกาลิเลโอ

ชื่อของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

ชื่อของดาวเคราะห์นอกระบบที่มีการค้นพบ จะเขียนโดยใช้ชื่อของดาวฤกษ์ดวงหลัก ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตามลำดับที่มีการค้นพบ โดยเริ่มจาก b เช่น 51 Pegasi b



ดาวเคราะห์ลำดับถัดไปที่มีการค้นพบจะใช้ตัวอักษร c, d, e, f, ฯลฯ

(51 Pegasi c, 51 Pegasi d, 51 Pegasi e or 51 Pegasi f).

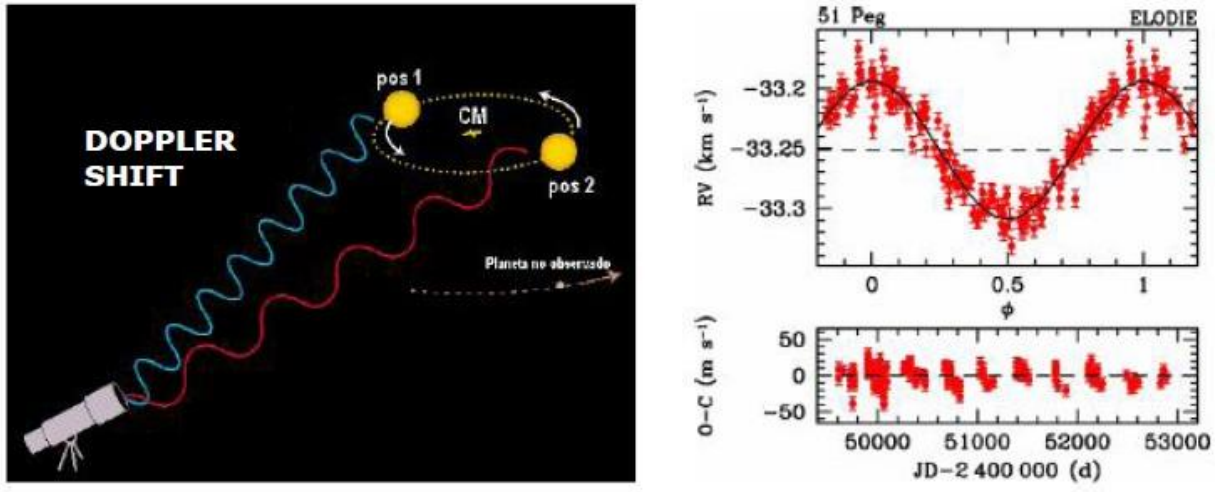
วิธีการตรวจหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

วิธีต่าง ๆ ที่ใช้ ได้แก่:

- การวัดอัตราเร็วในแนวเล็ง หรือวิธีดอปเปลอร์
- การวัดการโคจรผ่านหน้าดาวฤกษ์ หรือวิธีทรานสิท
- เลนส์ความโน้มถ่วงในสเกลเล็ก
- วิธีอื่น ๆ

วิธีวัดอัตราเร็วในแนวเล็ง (Radial Velocity)

อัตราเร็วในแนวเล็งของดาวฤกษ์แม่ที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา เมื่อดาวฤกษ์โคจรรอบจุดศูนย์กลางมวลของระบบดาว จะวัดได้ด้วยการใช้วิธีดอปเปลอร์ ซึ่งวิธีนี้ใช้ตรวจพบ 51 Pegasus b ดาวเคราะห์นอกระบบดวงแรก



กิจกรรมที่ 13: ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

“ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์” คือความเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับความยาวคลื่นของคลื่นเสียงหรือแสง เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นเคลื่อนที่

เราสามารถทดลองการเกิดปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ได้ โดยใส่นาฬิกาปลุกเข้าไปในกระเป๋าเสื้อผ้า ผูกเชือก แล้วถือเชือกหมุนควงกระเป๋าเสื้อผ้าให้หมุนไปตามแนวราบ

เสียงที่คุณจะได้ยิน:

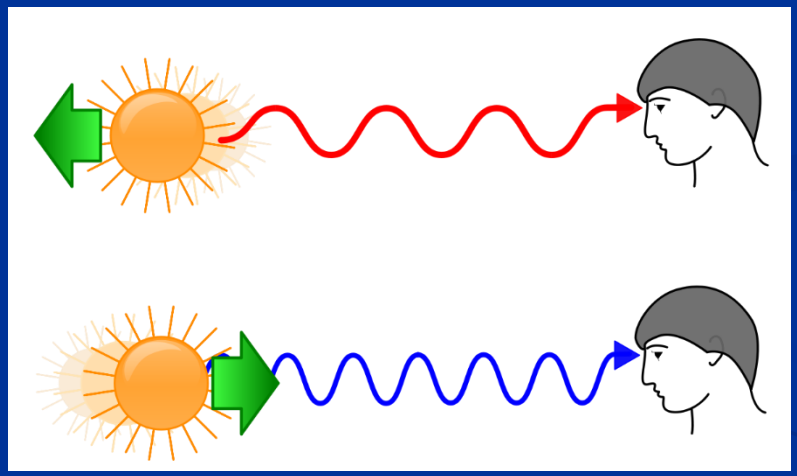
เมื่อนาฬิกาเคลื่อนเข้าใกล้ผู้ฟัง ความยาวคลื่นเสียงจะสั้นลงและเสียงจะแหลมขึ้น เมื่อนาฬิกาเคลื่อนออกห่างผู้ฟัง ความยาวคลื่นเสียงจะยาวขึ้นและเสียงจะทุ้มลง

หากผู้ฟังอยู่ตรงจุดศูนย์กลางแนววงที่นาฬิกาหมุน จะไม่ตรวจพบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับคลื่นเสียงดังกล่าว

กิจกรรมที่ 13: ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

ในกรณีของคลื่นแสง:

เมื่อแหล่งกำเนิดแสงเคลื่อนออกห่างผู้สังเกต ความยาวคลื่นของแสงจะยาวขึ้น แสงที่สังเกตได้จะมีสเปกตรัมเลื่อนไปทางสีแดง

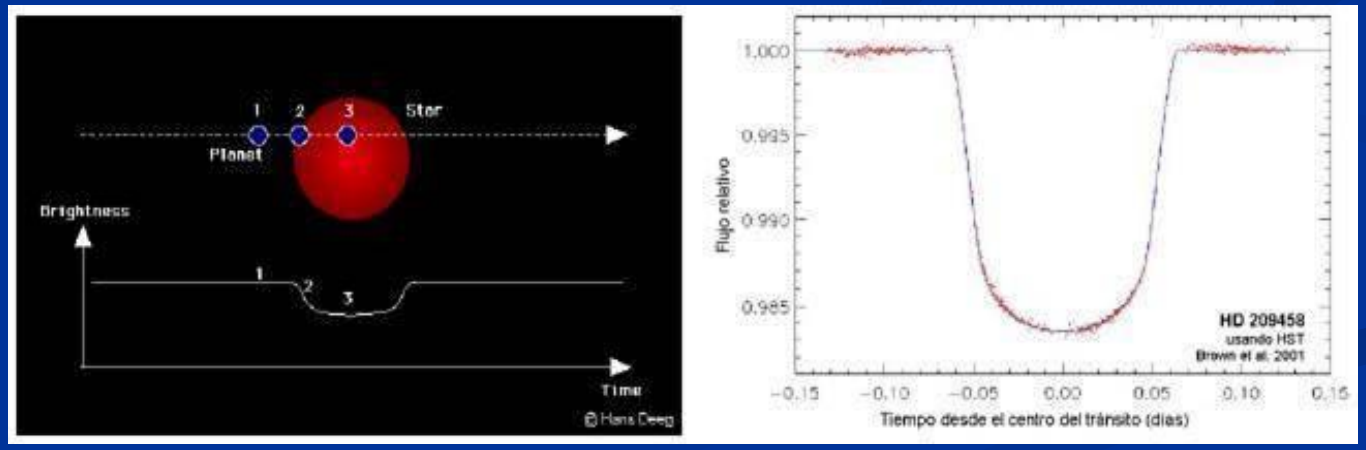


เมื่อแหล่งกำเนิดแสงเคลื่อนเข้าหาผู้สังเกต ความยาวคลื่นของแสงจะสั้นลง แสงที่สังเกตได้จะมีสเปกตรัมเลื่อนไปทางสีน้ำเงิน

วิธีวัดการโคจรผ่านหน้าดาวฤกษ์ (Transits)

ในระหว่างที่ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะโคจรผ่านหน้าดาวแม่ ความสว่างของดาวแม่จะลดลงเล็กน้อย

กรณีที่มีดาวดวงแม่แบบดวงอาทิตย์ ความสว่างของดาวแม่จะลดลง 1% หากดาวเคราะห์ที่โคจรผ่านหน้ามีขนาดเท่าดาวพฤหัสบดี และลดลงเพียง 0.03% หากดาวเคราะห์ที่โคจรผ่านหน้ามีขนาดเท่าโลก



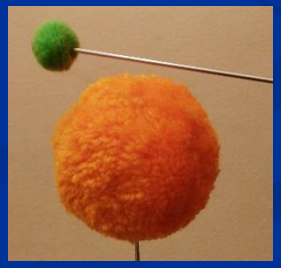
กิจกรรมที่ 14: การจำลองการโคจรผ่านหน้า

ในกิจกรรมนี้ต้องใช้ลูกบอล 2 ลูก ลูกที่ใหญ่กว่าใช้แทนดาวฤกษ์แม่ และลูกเล็กกว่าใช้แทนดาวเคราะห์ที่โคจรอยู่โดยรอบ

กรณีที่ผู้สังเกตอยู่บนระนาบเดียวกับวงโคจรดาวเคราะห์ จะสามารถเห็นดาวเคราะห์โคจรผ่านหน้าดาวแม่ และความสว่างของดาวแม่จะลดลง

แต่ถ้าผู้สังเกตไม่ได้อยู่บนระนาบเดียวกับวงโคจรดาวเคราะห์แล้ว จะไม่เห็นการโคจรผ่านหน้า และไม่พบว่าความสว่างของดาวแม่ลดลง

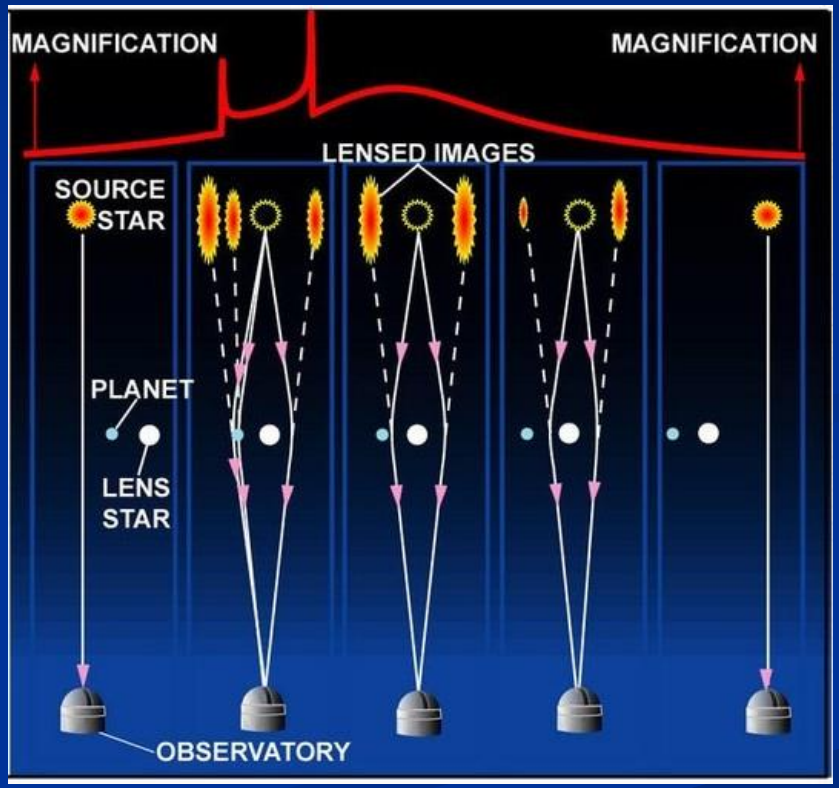
กรณีผู้สังเกตอยู่บนระนาบวงโคจรของดาวเคราะห์



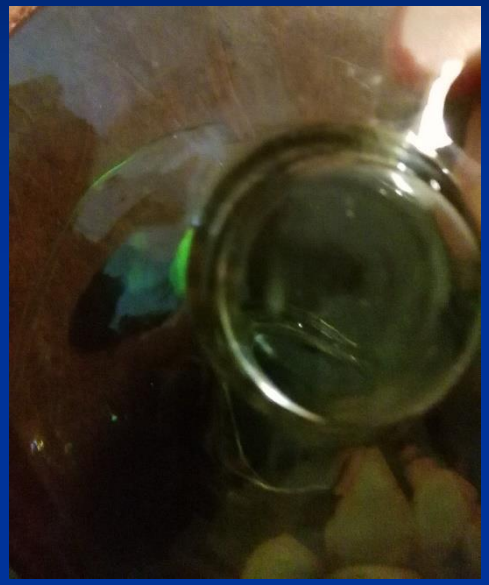
กรณีผู้สังเกตไม่อยู่บนระนาบวงโคจรของดาวเคราะห์

วิธีตรวจหาเลนส์ความโน้มถ่วงในสเกลเล็ก (Micro Lensing)

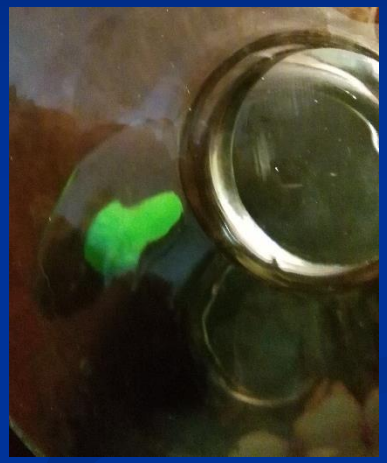
ในกรณีนี้ ภาพของดาวฉากหลังจะถูกขยายหรือบิดเบือนไป บ่งชี้ว่ามีระบบดาวแม่-ดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านหน้า และเกิดเลนส์ความโน้มถ่วง เนื่องจากแนววางตัวระหว่างผู้สังเกต ระบบดาวแม่-ดาวเคราะห์ และดาวฉากหลัง



กิจกรรมที่ 15: การจำลองเลนส์ความโน้มถ่วงในสเกลเล็ก



หากใช้ฐานแก้วไวน์เพียงอันเดียว จะไม่เห็นอะไรเลย

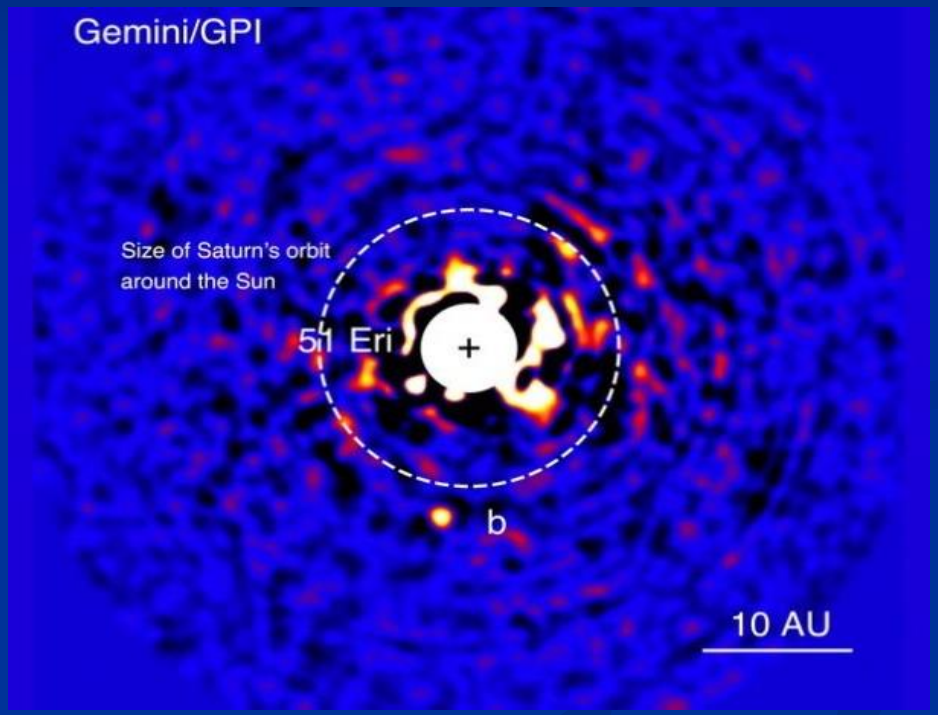


<u>เมื่อใช้ฐานแก้วไวน์เป็นคู่</u>

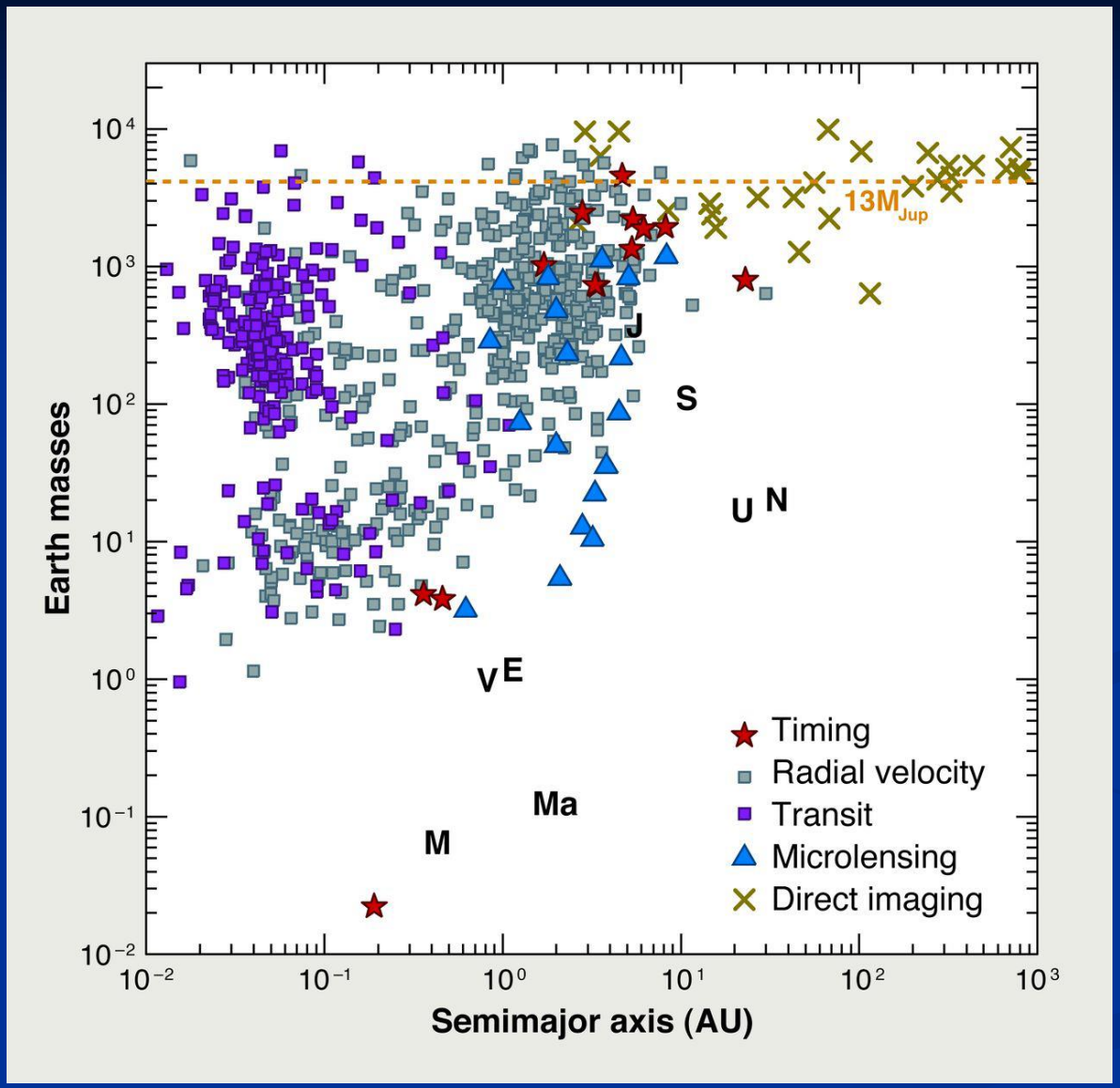
ลองให้ฐานแก้วไวน์อันหนึ่งผ่านเหนือฐานแก้วไวน์อีกอัน จะเห็นจุดแสงปรากฏออกมาและมีสองจุด

วิธีถ่ายภาพดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะโดยตรง

ภาพถ่ายของดาวแม่จะนำไปใช้ศึกษาเพื่อตรวจหาดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่อาจอยู่โดยรอบ



เนื่องจากปริมาณแสงของดาวดวงแม่ที่มากกว่าจนกลบดาวเคราะห์ การแยกภาพดาวเคราะห์ออกมาจึงทำได้ไม่ง่าย



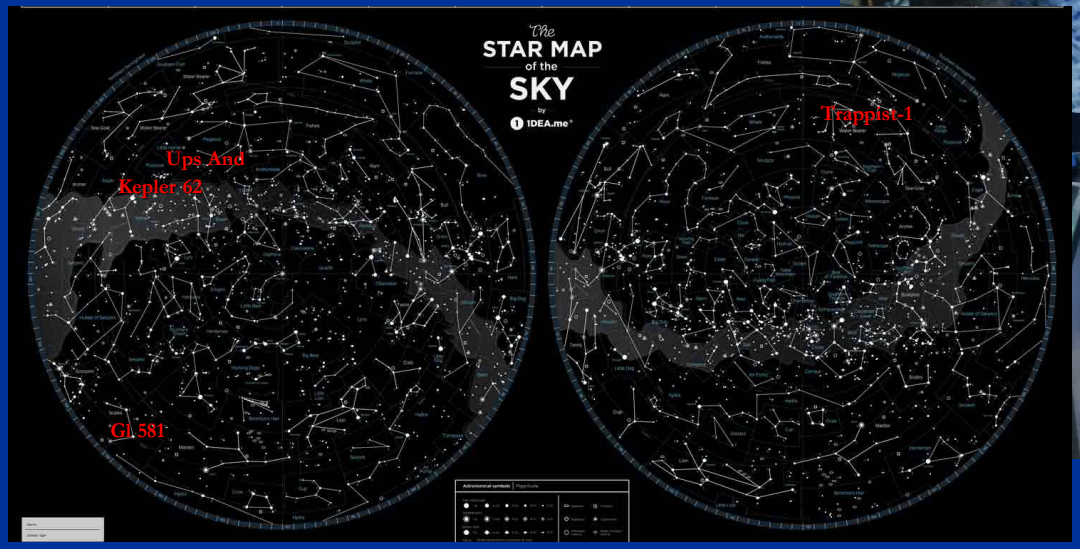
ข้อมูลดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่ค้นพบแล้ว (ค.ศ.2013) แบ่งตามวิธีต่างๆ ที่ใช้ตรวจหา

แบบจำลองดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ

ปัจจุบันมีดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะกว่า 2000 ดวงที่ได้รับการยืนยันแล้ว

มวลของดาวเคราะห์นอกระบบที่มีการค้นพบมักจะถูกระบุด้วยหน่วยของมวลดาวพฤหัสบดี หรือหน่วยของมวลของโลก

กิจกรรมที่ 16: แบบจำลองระบบของดาว
เคราะห์นอกระบบสุริยะตามสเกลจริง



ระยะทางจริง 1 AU = ระยะทางในแบบจำลอง 1 m
เส้นผ่านศูนย์กลาง 10000 km = ระยะทางในแบบจำลอง 0.5 cm

กิจกรรมที่ 16 : สร้างแบบจำลองระบบสุริยะ

ระบบสุริยะ	ระยะห่าง AU	เส้นผ่านศูนย์กลาง km	ระยะห่างในแบบจำลอง	เส้นผ่านศูนย์กลางในแบบจำลอง
ดาวพุธ	0.39	4,879	40 cm	0.2 cm
ดาวศุกร์	0.72	12,104	70 cm	0.6 cm
โลก	1	12,756	1m	0.6 cm
ดาวอังคาร	1.52	6,794	1.5 m	0.3 cm
ดาวพฤหัสบดี	5.2	142,984	5 m	7 cm
ดาวเสาร์	9.55	120,536	10 m	6 cm
ดาวยูเรนัส	19.22	51,118	19 m	2.5 cm
ดาวเนปจูน	30.11	49,528	30 m	2.5 cm

ดาวฤกษ์แม่ (ดวงอาทิตย์) ประเภท G2V เส้นผ่านศูนย์กลางในแบบจำลอง 35 cm

กิจกรรมที่ 16 : สร้างแบบจำลองระบบของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะระบบแรกที่ค้นพบ

Upsilon Andromedae Titawin	ปีที่ค้นพบ (ค.ศ.)	ระยะห่าง AU	เส้นผ่านศูนย์กลาง km	ระยะห่างในแบบจำลอง	เส้นผ่านศูนย์กลางในแบบจำลอง
Ups And b/Saffar	1996	0.059	108,000	6 cm	5.5 cm
Ups And c/Samh	1999	0.830	200,000	83 cm	10 cm
Ups And d/Majriti	1999	2.510	188,000	2.5 m	9 cm
Ups And e/Titawin e	2010	5.240	140,000	5.2 m	7 cm

ดาวฤกษ์แม่ Ups Andromedae (ประเภท F8V) อยู่ห่างออกไป 44 ปีแสงใน กลุ่มดาวแอนดรอเมดา ตัวดาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.28 เท่าของดวงอาทิตย์ หรือ 45 cm ในแบบจำลองนี้

ระยะห่าง 1 AU = 1 m

เส้นผ่านศูนย์กลาง 10000 km = 0.5 cm

กิจกรรมที่ 16 : สร้างแบบจำลองดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ประเภทดาวเคราะห์หิน

Gliese 581	ปีที่ค้นพบ (ค.ศ.)	ระยะห่าง AU	เส้นผ่านศูนย์กลาง km	ระยะห่างในแบบจำลอง	เส้นผ่านศูนย์กลางในแบบจำลอง
Gl.581 e	2009	0.030	15,200	3 cm	0.8 cm
Gl.581 b	2005	0.041	32,000	4 cm	1.6 cm
Gl.581 c	2007	0.073	22,000	7 cm	1.1 cm

ดาวฤกษ์แม่ Gliese 581 (ประเภท M2.5V) อยู่ห่างออกไป 20.5 ปีแสงใน กลุ่มดาวคันชั่ง ตัวดาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.29 เท่าของดวงอาทิตย์ หรือ 10 cm ในแบบจำลองนี้

ระยะห่าง 1 AU = 1 m

เส้นผ่านศูนย์กลาง 10000 km = 0.5 cm

กิจกรรมที่ 16 : สร้างแบบจำลองดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ประเภทดาวเคราะห์หิน ที่อาจเอื้อต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต

Kepler 62	ปีที่ค้นพบ (ค.ศ.)	ระยะห่าง AU	เส้นผ่านศูนย์กลาง km	ระยะห่างในแบบจำลอง	เส้นผ่านศูนย์กลางในแบบจำลอง
Kepler-62 b	2013	0.056	33,600	5.6 cm	1.7 cm
Kepler-62 c	2013	0.093	13,600	9 cm	0.7 cm
Kepler-62 d	2013	0.120	48,000	12 cm	2.4 cm
Kepler-62 e	2013	0.427	40,000	43 cm	2 cm
Kepler-62 f	2013	0.718	36,000	72 cm	1.8 cm

ดาวฤกษ์แม่ Kepler 62 (ประเภท K2V) อยู่ห่างออกไป 1,200 ปีแสงใน

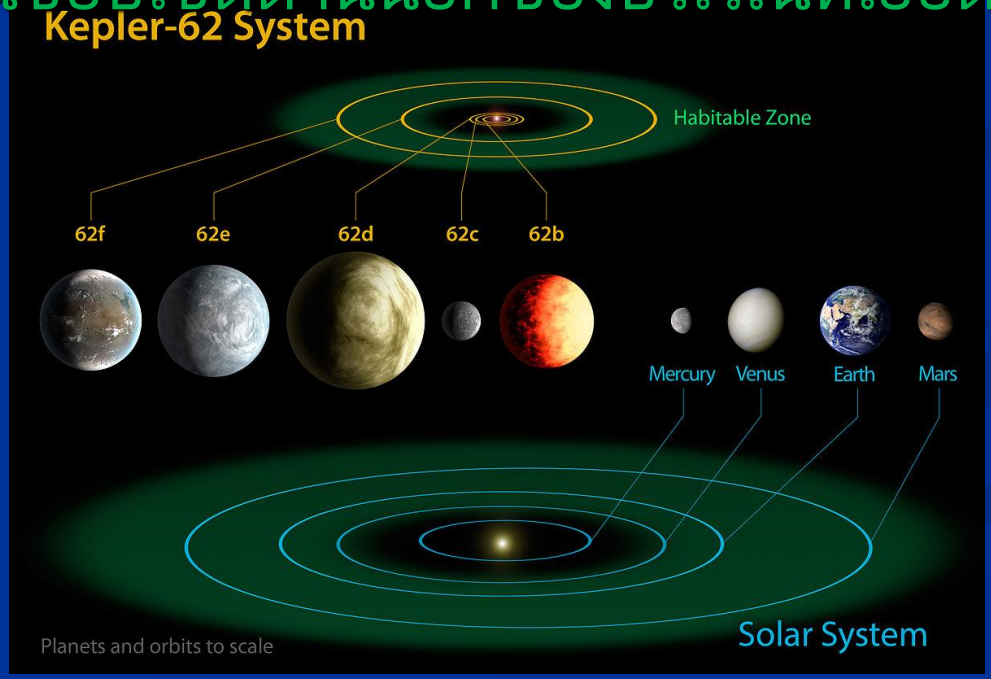
กลุ่มดาวพิณ ตัวดาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.64 เท่าของดวงอาทิตย์ หรือ 22 cm ในแบบจำลองนี้

ระยะห่าง 1 AU = 1 m

เส้นผ่านศูนย์กลาง 10000 km = 0.5 cm

ความเป็นไปได้ต่อการมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตในดาวเคราะห์นอกระบบ

- สำหรับบริเวณที่เอื้อต่อสิ่งมีชีวิตของดาว Kepler-62 นั้น มีดาวเคราะห์สองดวงที่อาจจะมีน้ำอยู่ในรูปของเหลวที่พื้นผิว แต่สำหรับ Kepler-62e ที่อยู่ใกล้ขอบเขตด้านในของบริเวณที่เอื้อต่อสิ่งมีชีวิต อาจจะต้องอาศัยชั้นเมฆที่คอยสะท้อนรังสีออกไปเพื่อลดพลังงานความร้อนที่พื้นผิวดาวได้รับ ในขณะที่ Kepler-62f นั้นอยู่ในขอบเขตด้านนอกของบริเวณที่เอื้อต่อสิ่งมีชีวิต



กิจกรรมที่ 16 : สร้างแบบจำลองดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ ประเภทดาวเคราะห์หิน ที่อาจเอื้อต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต

Trappist-1	ปีที่ค้นพบ (ค.ศ.)	ระยะห่าง AU	เส้นผ่านศูนย์กลาง km	ระยะห่างในแบบจำลอง	เส้นผ่านศูนย์กลางในแบบจำลอง
Trappist-1 b	2016	**0.012**	**28,400**	**1.2 cm**	**1.4 cm**
Trappist-1 c	2016	**0.016**	**28,000**	**1.6 cm**	**1.4 cm**
Trappist-1 d	2016	**0.022**	**20,000**	**2.2 cm**	**1.0 cm**
Trappist-1 e	2017	**0.030**	**23,200**	**3.0 cm**	**1.2 cm**
Trappist-1 f	2017	**0.039**	**26,800**	**3.9 cm**	**1.3 cm**
Trappist-1 g	2017	**0.047**	**29,200**	**4.7 cm**	**1.5 cm**
Trappist-1 h	2017	**0.062**	**19,600**	**6.2 cm**	**1.0 cm**

ดาวฤกษ์แม่ Trappist 1 (ประเภท M8V) อยู่ห่างออกไป 40 ปีแสงใน

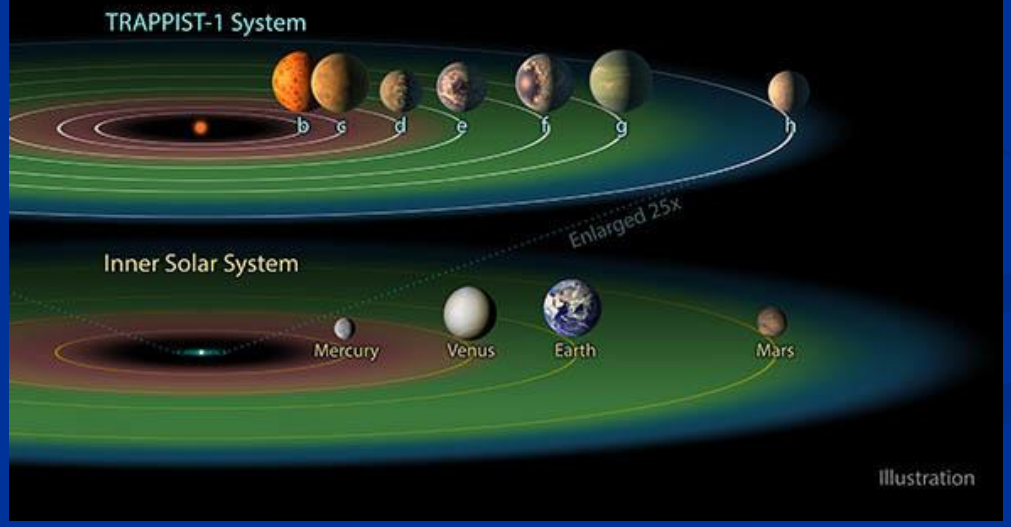
กลุ่มดาวคนแบกหม้อน้ำ ตัวดาวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์

ระยะห่าง 1 AU = 1 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 10000 km = 0.5 cm

0.1 เท่าของดวงอาทิตย์ หรือ 4 cm ในแบบจำลองนี้

ความเป็นไปได้ต่อการมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตในดาวเคราะห์นอกระบบ

- ดาวเคราะห์ในระบบ Trappist-1 เป็นดาวเคราะห์หินที่อาจมีน้ำปริมาณมากบนพื้นผิวดาว ซึ่งจะอยู่ในสถานะของเหลว ไอน้ำ หรือเปลือกน้ำแข็งก็ได้ ในบริเวณที่เอื้อต่อสิ่งมีชีวิตรอบดาว Trappist 1 มีดาวเคราะห์ Trappist-1e ซึ่งปรากฏว่ามีใจกลางค่อนข้างหนาแน่นเมื่อเทียบกับโลก ซึ่งบ่งชี้ว่าในบรรดาดาวเคราะห์หลายดวงในระบบนี้ ดาวเคราะห์ดวงนี้มีสภาพคล้ายโลกที่สุดและอาจมีสนามแม่เหล็กของตนเองปกป้องอยู่ด้วย



สรุป

- ได้ความรู้เกี่ยวกับดาวเคราะห์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น
- เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของดาวเคราะห์ เพื่อที่จะเข้าใจความแตกต่างระหว่างดาวเคราะห์ได้ดียิ่งขึ้น
- ส่วนมากของระบบสุริยะนั้นเป็นเพียงพื้นที่ว่างเปล่า
- ทำความรู้จักกับดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ และวิธีตรวจหาดาวเคราะห์เหล่านี้

ขอบคุณที่รับฟัง!