

## การศึกษาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์

นางสาวสิดาธิศม์ คำภักดี

Email : sidarat.6944@gmail.com

นางพรรณพร บุญทศ

โรงเรียนโยธินวิทยา

### บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์เป็นการศึกษาคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์บริเวณชั้นนอกและชั้นในของวงแหวน เพื่อเปรียบเทียบว่าชั้นนอกและชั้นในของวงแหวนมีอัตราการหมุนเท่ากันหรือไม่ โดยใช้วิธีถ่ายภาพสเปกตรัมของวงแหวนดาวเสาร์ และหาค่า redshift และ blueshift โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ 2) เพื่อนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการค้นคว้าข้อมูล 3) เพื่อเรียนรู้กระบวนการทำวิจัยโดยอาศัยกระบวนการวิจัยทางดาราศาสตร์เป็นสื่อ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เครื่องบันทึกสเปกโตรกราฟ วิธีการศึกษา คือ ใช้เครื่องบันทึกสเปกโตรกราฟบันทึกสเปกตรัมบริเวณชั้นนอกและชั้นในของวงแหวนดาวเสาร์ที่กำลังหมุนเข้าและหมุนออกจากโลก ผลการศึกษาพบว่า อัตราเร็วในการหมุนบริเวณชั้นนอกของวงแหวนดาวเสาร์มีค่าใกล้เคียงกับอัตราเร็วในการหมุนบริเวณชั้นในของวงแหวนดาวเสาร์ แต่มีค่าคาบในการหมุนไม่เท่ากันเนื่องจากบริเวณชั้นนอกและชั้นในของวงแหวนมีรัศมีไม่เท่ากัน

คำสำคัญ : อัตราการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์, คาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์

### บทนำ

ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ที่มีความสวยงาม เมื่อดูในกล้องโทรทรรศน์จะเห็นวงแหวนที่ล้อมรอบ ซึ่งทำให้ดาวเสาร์มีลักษณะแตกต่างจากดาวดวงอื่นๆ วงแหวนของดาวเสาร์ประกอบไปด้วย เศษหินและน้ำแข็งขนาดเล็กเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวกันและวงแหวนของดาวเสาร์ยังประกอบไปด้วยวงแหวนบางๆ จำนวนมาก แต่เศษวัตถุในวงแหวนสะท้อนแสงได้ดี จึงสามารถสังเกตเห็นได้เมื่อส่องกล้องโทรทรรศน์จากโลก การศึกษาอัตราเร็วและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ทำให้ทราบว่าอัตราเร็วในการหมุนบริเวณชั้นนอกของวงแหวนดาวเสาร์มีค่าเท่ากับอัตราเร็วในการหมุนบริเวณชั้นในของวงแหวนดาวเสาร์หรือไม่ โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา คือ 1) เพื่อศึกษาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ 2) เพื่อนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการค้นคว้าข้อมูล 3) เพื่อเรียนรู้กระบวนการทำวิจัย โดยอาศัยกระบวนการวิจัยทางดาราศาสตร์เป็นสื่อ การศึกษาอัตราการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ครั้งนี้ ครอบคลุมการหาค่าความเร็วจากการเลื่อนทางแดง (redshift) โดยใช้เครื่องบันทึกสเปกโตรกราฟถ่ายภาพวงแหวนของดาวเสาร์ บริเวณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา จังหวัดนครราชสีมา

## วิธีการศึกษา

ถ่ายภาพสเปกตรัมของวงแหวนดาวเสาร์โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร (F/6.8) ต่อท่อใยแก้วนำแสงจากท้ายกล้องโทรทรรศน์ไปยังเครื่องแยกสเปกตรัมของแสง และถ่ายภาพด้วยกล้อง CCD ซึ่งติดตั้งบนเครื่องแยกสเปกตรัม ถ่ายบริเวณขอบชั้นนอกและขอบชั้นในของวงแหวนดาวเสาร์ที่หมุนเข้าหาโลกและหมุนออกจากโลก บริเวณละ 10 ชุด ในเวลาต่างกัน ดังภาพ



- หมายเลข 1 คือบริเวณขอบนอกของวงแหวนที่หมุนเข้าหาโลก
- หมายเลข 2 คือบริเวณขอบในของวงแหวนที่หมุนเข้าหาโลก
- หมายเลข 3 คือบริเวณขอบนอกของวงแหวนที่หมุนออกจากโลก
- หมายเลข 4 คือบริเวณขอบในของวงแหวนที่หมุนออกจากโลก

นำข้อมูลที่ได้ไปประมวลค่าสเปกตรัมโดยโปรแกรม AudeLA เนื่องจากได้บันทึกค่าสเปกตรัมของวงแหวนดาวเสาร์ บริเวณที่หมุนเข้าหาโลกและหมุนออกจากโลก จึงนำมาคำนวณหาค่า การเลื่อนทางแดง (Redshift) โดยสังเกตความยาวคลื่นของ H- $\alpha$  เนื่องจากเป็นความยาวคลื่นที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และหาค่าการความเร็วรัศมีจากสูตร

$$v_r = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \times c$$

- โดย  $v_r$  = ความเร็วรัศมี  
 $\Delta\lambda$  = ผลต่างของความยาวคลื่นบริเวณที่หมุนเข้าและหมุนออก  
 $\lambda$  = ความยาวคลื่นเฉลี่ยของความยาวคลื่นบริเวณที่หมุนเข้าและหมุนออก  
 $c$  = ความเร็วแสง (300,000 กิโลเมตร/วินาที)

เนื่องจากด้านที่วงแหวนหมุนเข้าหาจุดสังเกตแสงจากดาวอาทิตย์วิ่ง ไปชนอนุภาคบนวงแหวนดาวเสาร์ ขณะที่อนุภาคก็วิ่งเข้าหาแสง และขณะที่อีกด้านที่วงแหวนหมุนออก แสงวิ่งไปหาวงแหวนดาวเสาร์ ขณะที่อนุภาควิ่งออกเช่นกัน จากการศึกษาคู่มือของสเปกโตรกราฟที่ใช้ศึกษาการหมุนของดาวเคราะห์ ได้สมการคำนวณหาอัตราเร็วได้จากสูตร

$$v = \frac{1}{4} v_r$$

ที่มา : คู่มือการใช้สเปกโตรกราฟ Planet's rotation. [http://www.shelyak.com/dossier.php?id\\_dossier=16&lang=2](http://www.shelyak.com/dossier.php?id_dossier=16&lang=2)

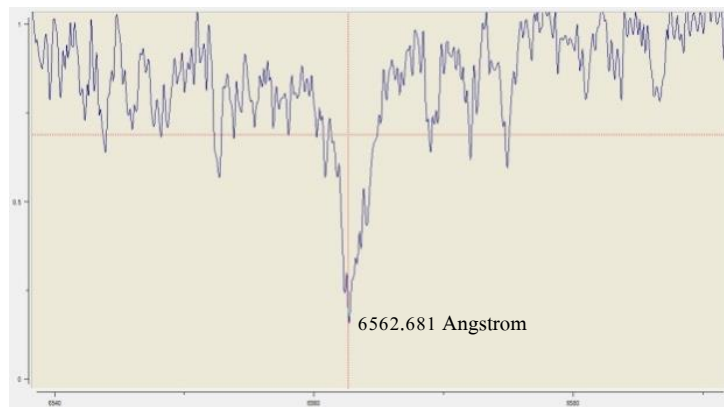
ในวันที่ได้ถ่ายสเปกตรัมของวงแหวน วงแหวนได้ทำมุมเอียงเมื่อเทียบกับผู้สังเกต ความเร็วที่ได้มาควรจะนำมาคูณกับ cos ของมุมเอียงของวงแหวนด้วย แล้วนำไปหาคาบการหมุนรอบตัวเองของวงแหวนดาวเสาร์ในหนึ่งรอบ

โดยนำความยาวเส้นรอบวงของวงแหวนชั้นนอก (ประมาณ 3034689 กม.) และชั้นใน (ประมาณ 467860 กม.)หารด้วยอัตราเร็วที่ได้ จากนั้นแปลงหน่วยเป็นชั่วโมงต่อรอบ หาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ทั้งหมดของบริเวณชั้นนอกและบริเวณชั้นในแล้วนำมาหาอัตราความเร็วเฉลี่ยและคาบการหมุนเฉลี่ย นำผลมาเปรียบเทียบ สรุป และอภิปรายผล

### ผลการศึกษา

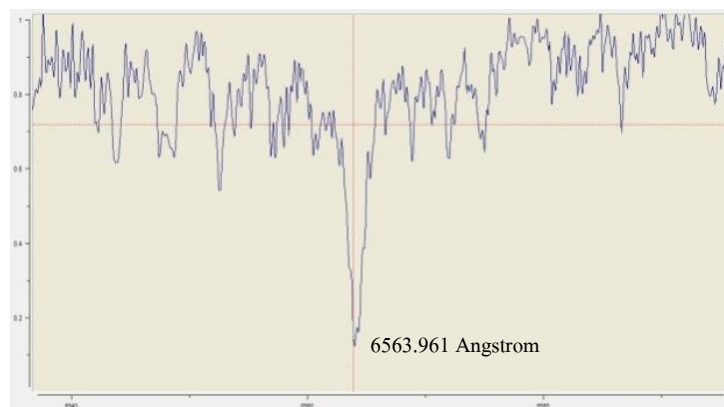
จากข้อมูลการบันทึกสเปกตรัมบริเวณชั้นนอกและชั้นในของวงแหวน เมื่อวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม สามารถอ่านค่าคลื่นความยาวของ H- $\alpha$  ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ภาพตำแหน่งที่ 1



คลื่นความยาวของ H- $\alpha$  ที่ได้จากการประมวลจากโปรแกรม บริเวณชั้นนอกวงแหวนที่หมุนเข้าหาผู้สังเกต

ภาพตำแหน่งที่ 4



คลื่นความยาวของ H- $\alpha$  ที่ได้จากการประมวลจากโปรแกรม บริเวณชั้นนอกวงแหวนที่หมุนออกจากผู้สังเกต

หมายเหตุ : จากกราฟ แกน x แสดงคลื่นความยาวแต่ละช่วง (Angstrom) แกน y แสดงการดูดกลืนแสง

### การคำนวณหาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุน

จากข้อมูลชุดที่ 1 ผลต่างของความยาวคลื่นบริเวณที่หมุนเข้าและหมุนออกมีค่าเท่ากับ 1.28 Angstrom และความยาวคลื่นเฉลี่ยของความยาวคลื่นบริเวณที่หมุนเข้าและหมุนออกเท่ากับ 6563.321 Angstrom หากอัตราเร็วในการหมุนของวงแหวน ได้ดังนี้

$$v \approx \frac{1}{4} \times \frac{1.28}{6563.321} \times 300,000 \text{ กม./วินาที}$$

$$v \approx 14.6267 \text{ กม./วินาที}$$

ซึ่งในวันที่ได้ทำการบันทึกสเปกตรัมของวงแหวนดาวเสาร์ในการศึกษาครั้งนี้วงแหวนได้ทำมุมประมาณ 17.8 องศา ดังนั้น ค่าความเร็วที่ได้จึงนำไปคูณด้วย  $\cos 17.8$  ได้ค่า

$$v = 14.6267 \times \cos 17.8$$

$$v = 7.283$$

หากาบของการหมุนได้จากเอาเส้นรอบวงของวงแหวนชั้นนอก (3,034,689 กิโลเมตร) หารด้วยค่าความเร็วที่หาได้แล้วแปลงค่าเป็นหน่วย ชั่วโมง/รอบ ได้ดังนี้

$$\text{คาบในการหมุน} = \frac{3,034,689}{7.283} \times \frac{1}{3600} \text{ ชั่วโมง/รอบ}$$

$$\text{คาบในการหมุน} = 115.738 \text{ ชั่วโมง/รอบ}$$

จะได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงอัตราความเร็วและคาบการหมุนบริเวณขอบชั้นนอกของวงแหวนดาวเสาร์

บริเวณขอบชั้นนอกของวงแหวนดาวเสาร์			
ชุดที่	อัตราเร็วการหมุน		คาบการหมุน (ชั่วโมง/รอบ)
	(กิโลเมตร/วินาที)	(กิโลเมตร/ชั่วโมง)	
1	7.283	26220.442	115.738
2	7.426	26732.062	113.522
3	8.666	31198.072	97.272
4	7.779	28002.687	108.371
5	6.606	23781.910	127.605
6	7.955	28637.282	105.970
7	6.498	23393.624	129.723
8	9.815	35334.952	85.883
9	9.701	34925.333	86.891
10	7.283	26220.442	115.738
เฉลี่ย	7.970	28691.818	107.886

ตารางที่ 2 แสดงอัตราการเร็วและคาบการหมุนบริเวณขอบชั้นในของวงแหวนดาวเสาร์

บริเวณขอบชั้นในของวงแหวน			
ชุดที่	อัตราเร็วการหมุน		คาบการหมุน (ชั่วโมง/รอบ)
	(กิโลเมตร/วินาที)	(กิโลเมตร/ชั่วโมง)	
1	8.205	29538.321	15.839
2	7.300	26281.684	17.802
3	8.586	30911.307	15.136
4	8.387	30194.071	15.495
5	7.039	25339.425	18.464
6	8.529	30705.810	15.237
7	7.835	28287.310	16.586
8	7.750	27900.153	16.769
9	9.309	33512.571	13.961
10	8.404	30255.176	15.464
เฉลี่ย	8.134	29292.58	16.075

เมื่อนำคาบการหมุนบริเวณขอบชั้นนอกและขอบชั้นในของวงแหวนดาวเสาร์มาเปรียบเทียบกันจะได้

บริเวณของวงแหวน	คาบการหมุน (ชั่วโมง/รอบ)
ขอบนอก	107.886
ขอบใน	16.075

### สรุปผล

จากการศึกษาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ พบว่า อัตราการหมุนของขอบชั้นนอกวงแหวนดาวเสาร์และขอบชั้นในของดาวเสาร์มีอัตราเร็วการหมุนใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากบริเวณขอบชั้นนอกและขอบชั้นในของวงแหวนดาวเสาร์มีรัศมีไม่เท่ากันจึงทำให้ทั้งสองบริเวณมีคาบการหมุนไม่เท่ากัน

### อภิปราย

จากการศึกษาอัตราเร็วการหมุนและคาบการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ ไม่สามารถหาอัตราเร็วในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งได้จึงต้องหาอัตราเร็วในเวลาที่แตกต่างกันแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเนื่องจากการหาค่าเลื่อนทางแดง (redshift) จากสมการ 
$$\frac{\text{ความยาวคลื่นสังเกต} - \text{ความยาวคลื่นปกติ}}{\text{ความยาวคลื่นปกติ}}$$
 ต้องคำนึงถึงอัตราการ

หมุนรอบตัวเองของโลกด้วย ดังนั้นเพื่อชดเชยค่า redshift หรือ blueshift จึงใช้ความยาวคลื่นของวงแหวนทั้งสองฝั่งแทน เพื่อให้เกิดความง่ายต่อความเข้าใจและอาจทำให้ค่าคลาดเคลื่อนได้

### กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการดาราศาสตร์ เรื่อง การศึกษาอัตราการหมุนของวงแหวนดาวเสาร์ ครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจาก คุณครูพรณพ นุญทศ คุณครูที่ปรึกษาโครงการ ที่กรุณาส่งเสริมสนับสนุน ให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการมานิต เขียวศรี ผู้อำนวยการโรงเรียนโยธินวิทยา และผู้อำนวยการสุภาพร สุนทรธา อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนโยธินวิทยา และคณะครูโรงเรียนโยธินวิทยาทุกท่าน ที่ให้ความเมตตา สนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ศิษย์ตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณมดิพล ตั้งมิตรธรรม และคุณสมานชาล จันทร์เอี่ยม ที่ปรึกษาโครงการและเจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษานครราชสีมา ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง และสนับสนุนการทำโครงการดาราศาสตร์ชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

เครื่องสเปกโทรกราฟ. หอดูดาวภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมา

กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์

ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาโอลิมปิกวิชาการและพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, 2554.

การวิเคราะห์อัตราเร็วการหมุนวงแหวนของดาวเสาร์

<http://ebookbrowse.net/the-doppler-effect-red-shift-and-stellar-spectra-doc-d430670402> สืบค้นเมื่อวันที่ 13 ตุลาคม 2557

มดิพล ตั้งมิตรธรรม , คู่มือการศึกษาดาราศาสตร์เชิงปฏิบัติการ, สำนักบริการวิชาการและสารสนเทศทางดาราศาสตร์, กันยายน 2556.

Acker, Agnès & Jaschek Carlos. Planet's rotation (ออนไลน์).

[http://www.shelyak.com/dossier.php?id\\_dossier=16&lang=2](http://www.shelyak.com/dossier.php?id_dossier=16&lang=2) สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2557

C.L.E.A. Comité de Liaison EnseignantsAstronomes (France). DOPPLER EFFECT AND SATURN SPECTRUM (ออนไลน์).แหล่งที่มา : <http://www.eaae-astronomy.org/WG3-SS/WorkShops/DopplerSaturn.html>. สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2557.

Fraser Cain. Circumference of Saturn (ออนไลน์).<http://www.universetoday.com/66660/circumference-of-saturn/> สืบค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน 2557.