



การเปลี่ยนคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ วี 781 ทอริ

เมธิตา เกณสองคอน^{1*}, นพรัตน์ ปลัดครบุรี¹, วันวิสาข์ กลิ่งกลางดอน¹,
รณกฤต รัตนมาลา² และสมานชาญ จันทรเอี่ยม³

Orbital Period Change of Binary Star System V 781 Tauri

Mathita Gansongkon^{1*}, Naparat Paladkhonburi¹, Wunwisa Kluengklangdon¹,
Ronnakrit Rattanamala² and Smanchan Chandaiam³

¹นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

²โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

³สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

¹Physics Program, Faculty of Education, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Muang Nakhon Ratchasima, Thailand 30000.

²Physics and General Science Program Faculty Science and Technology Nakhon Ratchasima Rajabhat University. Muang Nakhon Ratchasima, Thailand 30000.

³National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization) Ministry of Science and Technology.

* Corresponding author. E-mail address: mathita_mal@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ วี 781 ทอริ โดยทำการเก็บข้อมูลด้วยกล้องซีซีดีโฟโตมิเตอร์ ผ่านแผ่นกรองแสงสีน้ำเงิน สีที่ตามองเห็น และสีแดง ที่ต่อเข้ากับกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาสร้างกราฟแสง O-C พบว่าคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ วี 781 ทอริ มีแนวโน้มอยู่ที่ 3.66014×10^{-11} วันต่อรอบ หรือ 1.15505 มิลลิวินาทีต่อปี เนื่องมาจากระบบดาวคู่นี้มีการสูญเสียโมเมนตัมเชิงมุม(AML)

คำสำคัญ: ระบบดาวคู่ ดับเบิลยู เออร์ซา เมเจอร์ส วี 781 ทอริ

Abstract

This research was aimed to study the orbital period change of binary system V781 Tauri via the 0.5-meter reflecting telescope with CCD photometric system in B, V and R bands. We conducted this work at Regional Observatory for the Public Nakhon Ratchasima, National Astronomical Research Institute of Thailand (Public Organization). The data collected were employed to plot light curves. The result O-C diagram was revealed that the orbital period of V 781 Tauri tend to be decreased $3.66014356 \times 10^{-11}$ day/cycle (1.15505 msec/year). due to angular moment loss.

Keywords: Binary system, W UMa, V 781 Tauri

บทนำ

ระบบดาวคู่ (Binary star) เป็นระบบดาวที่ประกอบด้วยสมาชิกตั้งแต่สองดวงขึ้นไป โคจรรอบกันและอยู่ในสนามโน้มถ่วงซึ่งกันและกัน ในบรรดาดาวฤกษ์ทั้งหมดพบว่ามีจำนวนของระบบดาวคู่มากกว่าครึ่ง ซึ่ง

ระบบดาวคู่สามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ระบบดาวคู่แบบมองเห็นแยกกัน (Visual Binaries) และระบบดาวคู่แบบใกล้ชิด (Close Binary Systems) (บุญรักษา สุนทรธรรม, 2550). โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรของระบบดาวคู่จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์วิวัฒนาการของดาวคู่ในอนาคตได้

ผู้วิจัยได้เลือกสรรระบบดาวคู่อุปราคาประเภท ดาวคู่ วิ 781 ทอรี เป็นระบบดาวคู่อุปราคาประเภท W UMa ชนิด W ที่มีชนิดของสเปกตรัม G0 ซึ่งจัดเป็น ระบบดาวคู่แบบแตะกันมาก (Overcontact Binary) โดยมีตำแหน่ง RA = $05^{\text{h}} 50^{\text{m}} 13.12356^{\text{s}}$ และ DEC = $+26^{\circ} 57' 43''.3625$ ระบบดาวคู่ วิ 781 ทอรี ถูก ค้นพบโดย Harris (1979, p. 1) และวัดคาบการแปร แสงได้ 0.3994 วัน ต่อมา Berthold (1983, p. 12) ได้ ทำการวิเคราะห์กราฟแสง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1985 ถึง ค.ศ. 1977 และวัดคาบการโคจรได้ประมาณ 0.3464 วัน Cereda, Misto, Poretti, & Niarchos (1988, pp. 255–261) ได้ทำการสังเกตการณ์ทางภาพถ่ายในช่วงความ ยาวคลื่นสีน้ำเงินและสีเหลือง และวิเคราะห์กราฟแสง พบว่าหลังจาก HJD2440000 คาบการโคจรของระบบ ดาวคู่ วิ 781 ทอรี มีค่าลดลง $0.05 \pm 0.01\text{s}$ Lu, (1993, pp. 646–651) ทำการวิเคราะห์กราฟแสงด้วย โปรแกรมวิลสัน-เดวินี พบว่า วิ 781 ทอรี จัดเป็น ระบบดาวคู่ประเภท W UMa ชนิด W โดยดาวปฐมภูมิ เป็นดาวที่อยู่ในแถบกระบวนหลัก ส่วนดาวทุติยภูมิเข้าสู่ แถบกระบวนหลักที่อายุเป็นศูนย์ในแผนภาพเฮิร์ตซ์ปรุง-รัสเซล มีอัตราส่วนมวลเท่ากับ 2.47 มุมเอียงของระนาบ โคจรเท่ากับ 65.07 องศา อุณหภูมิผิวของดาวปฐมภูมิ และดาวทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 5,861 K และ 5,950 K ตามลำดับ และมีดีกรีของการแตะกัน 23% หลังจากนั้น Liu, & Yang (2000, pp. 31–34) ได้วิเคราะห์การ เปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่ วิ 781 ทอรี พบว่าคาบการโคจรลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี ค.ศ. 1949 ถึงปี ค.ศ. 1998 ด้วยอัตรา 0.00474300 วินาทีต่อปี ต่อมา Donato, et al. (2003, p. 1) ได้ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรอีกครั้ง ซึ่งผลที่

ได้สอดคล้องกับการสังเกตการณ์ของ Liu, & Yang (2000, pp. 31–34) หลังจากนั้น Zwitter, et al. (2003, pp. 333–340) วิเคราะห์กราฟแสงด้วย โปรแกรมวิลสัน-เดวินี พบว่ามีอัตราส่วนมวลเท่ากับ 2.278 มุมเอียงของระนาบวงโคจรเท่ากับ 66.80 องศา อุณหภูมิผิวของดาวปฐมภูมิและดาวทุติยภูมิเท่ากับ 6,167 K และ 6,390 K ตามลำดับ ซึ่งจัดเป็นระบบดาวคู่แบบ แตะกันมาก ต่อมาในปี ค.ศ. 2006 สว่างจิตร์ ตรีพร พบว่าการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรมีแนวโน้มของการ เปลี่ยนแปลงแบบเป็นคาบซ้อนอยู่ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า มีสมาชิกดวงที่สามอยู่ในระบบดาวคู่ วิ 781 ทอรี ผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจร ของระบบดาวคู่ วิ 781 ทอรี ต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่หอดูดาว เฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา โดยการถ่ายภาพระบบดาวคู่ วิ 781 ทอรี ด้วยกล้องซีซีดี โฟโตมิเตอร์ (CCD Photometer) ที่ต่อเข้ากับกล้อง โทรทรรศน์สะท้อนแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร (รูปที่ 1) ผ่านแผ่นกรองแสงช่วงความยาวคลื่น สีน้ำเงิน (B) สีที่ตามองเห็น (V) และสีแดง (R) ใน ระหว่างวันที่ 21–22 ธันวาคม พ.ศ.2557 โดยจำนวน ภาพถ่ายในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน 1,072 ภาพ ในช่วงความยาวคลื่นสีที่ตามองเห็น 870 ภาพ และ ในช่วงความยาวคลื่นสีแดง 896 ภาพ จากนั้นภาพถ่ายที่ได้จะถูกนำมาทำจัดสัญญาณรบกวน (Reduction Images) และทำการวัดแสงของดาวด้วยโปรแกรม MaxIm โดยใช้เทคนิคโฟโตเมตรี (Photometry)



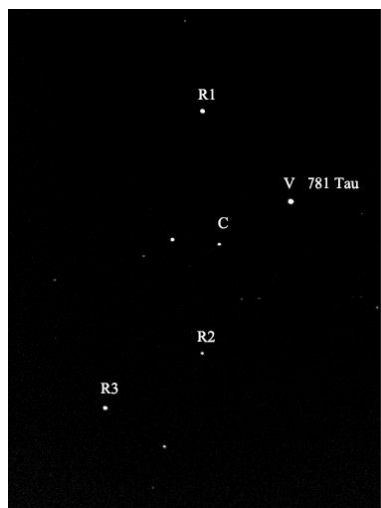
รูปที่ 1 กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร พร้อมระบบ ซีซีดี โฟโตมิเตอร์



ผลการศึกษา

สีแดงซึ่งเป็นข้อมูลของภาพถ่ายและมีตำแหน่งของระบบดาวคู่ (รูปที่ 2 และตารางที่ 1)

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ระบบดาวคู่ วี 781 ทอรี ในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีที่ตามองเห็น และ



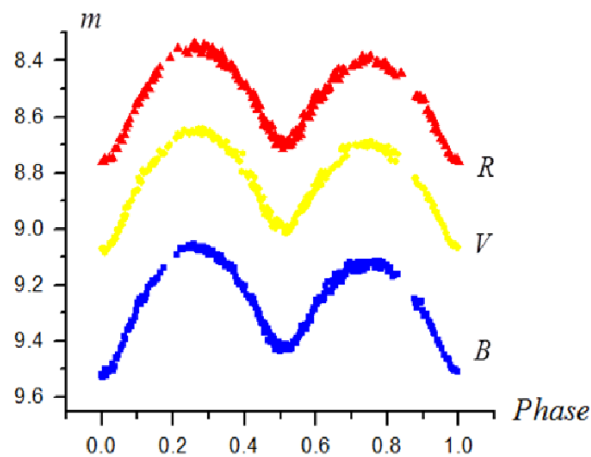
รูปที่ 2 ภาพถ่ายระบบดาวคู่ วี 781 ทอรี ดาว R1(1169-0099759) ดาว R2(1169-0099765) ดาว R3(1168-0095420) และดาว C(1169-0099735)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพิกัดและความสว่างของระบบดาวคู่ ดาวอ้างอิง และดาวตรวจสอบ

Star	RA	DEC	Mag.V
V 781 Tauri	05 ^h 50 ^m 13.12 ^s	+26° 57' 43''.36	8.682
1169-0099759 (Referent 1)	05 ^h 50 ^m 22.39 ^s	+26° 59' 55''.03	9.693
1169-0099765 (Referent 2)	05 ^h 50 ^m 22.87 ^s	+26° 54' 06''.10	10.970
1168-0095420 (Referent 3)	05 ^h 50 ^m 33.45 ^s	+26° 52' 50''.19	11.418
1169-0099735 (Check)	05 ^h 50 ^m 20.86 ^s	+26° 56' 42''.50	10.134

ภาพถ่ายที่ได้จะนำมาผ่านกระบวนการรีดักชันภาพ เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน และทำการวัดแสงด้วยวิธี

โฟโตเมตรี (Photometry) และสร้างกราฟแสงในช่วงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน สีที่ตามองเห็น และสีแดง (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 กราฟแสงของระบบดาวคู่ V 0781 Tauri

เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด ในช่วงอุปราคาปฐมภูมิ (Primary eclipse) (ตารางที่ 2) ขณะเกิดอุปราคา ผลปรากฏว่า ได้ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากการสังเกตการณ์

วันที่สังเกตการณ์	ช่วงความยาวคลื่น	ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด(HJD)	ชนิดของอุปราคา
21 Dec 2014	สีน้ำเงิน	2457013.21487	I
	สีที่ตามองเห็น	2457013.21508	I
	สีแดง	2457013.21541	I
	เฉลิย	2457013.21512	I
22 Dec 2014	สีน้ำเงิน	2457014.25086	I
	สีที่ตามองเห็น	2457014.25017	I
	สีแดง	2457014.25207	I
	เฉลิย	2457014.25104	I

หลังจากนั้นนำค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดไปรวมกับข้อมูลอ้างอิงสมการ Ephemeris เดิมของ Kallrath, et al. (2006, pp. 959-967) ซึ่งได้คำนวณและแสดงผลของสมการไว้ ดังนี้

$$MinI = 2443853.911 + 0.344909292E \quad (1)$$

เมื่อนำค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดและค่ายุคไปรวมกับข้อมูลของนักดาราศาสตร์ท่านอื่นๆ ที่เคยทำการวิเคราะห์ไว้ (ตารางที่ 3) สามารถทำการวิเคราะห์หาค่าสมการ Ephemeris ใหม่สำหรับงานวิจัยนี้ได้ดังสมการ (2)

$$MinI = 2457013.2151 + 0.3449092897E \quad (2)$$

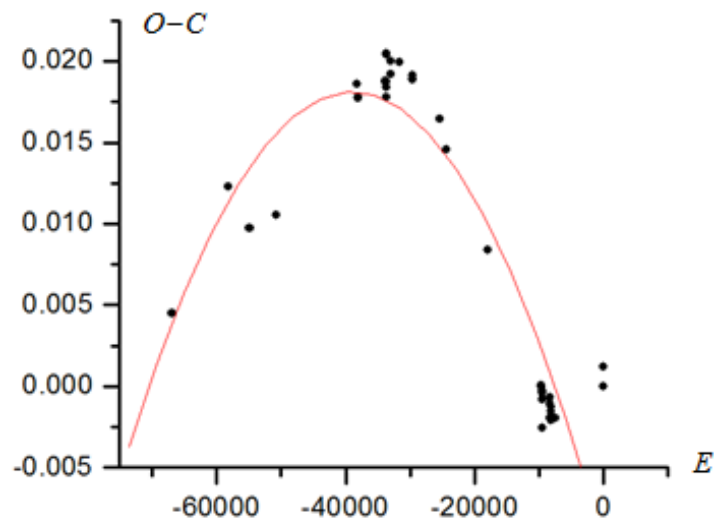


ตารางที่ 3 ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด(HJD) ของนักดาราศาสตร์ท่านอื่น ๆ

HJD Min	E	O-C	ชนิดของอุปราคา	อ้างอิงจาก
2433950.515	-66866	0.004465080	ปฐมภูมิ	Careda, et al, 1988
2436957.442	-58148	0.012277475	ปฐมภูมิ	Careda, et al, 1988
2438088.397	-54869	0.009716549	ปฐมภูมิ	Careda, et al, 1988
2439536.327	-50671	0.010518389	ปฐมภูมิ	Careda, et al, 1988
2443853.910	-38153	0.018629924	ปฐมภูมิ	Careda, et al, 1988
2443874.948	-38092	0.017763252	ปฐมภูมิ	Careda, et al, 1988
2446113.412	-31602	0.019973099	ปฐมภูมิ	Keskin, & Pohl, 1987
2446788.398	-29645	0.018893156	ปฐมภูมิ	Keskin, & Pohl, 1987
2446798.401	-29616	0.018923755	ปฐมภูมิ	Keskin, & Pohl, 1987
2446802.540	-29604	0.019112278	ปฐมภูมิ	Keskin, & Pohl, 1987
2448268.401	-25354	0.016431054	ปฐมภูมิ	Keskin, & Pohl, 1987
2448607.445	-24371	0.014599279	ปฐมภูมิ	Keskin, & Pohl, 1987
2450814.169	-17973	0.008363778	ปฐมภูมิ	Liu, & Yang, 2000
2445359.439	-33788	0.018770384	ปฐมภูมิ	Kallrath, et al, 2006
2445388.413	-33704	0.020450049	ปฐมภูมิ	Kallrath, et al, 2006
2445389.446	-33701	0.018382180	ปฐมภูมิ	Kallrath, et al, 2006
2445390.480	-33698	0.017774310	ปฐมภูมิ	Kallrath, et al, 2006
2445407.381	-33649	0.018749115	ปฐมภูมิ	Kallrath, et al, 2006
2445657.442	-32924	0.020014083	ปฐมภูมิ	Kallrath, et al, 2006
2445662.614	-32909	0.019184737	ปฐมภูมิ	Kallrath, et al, 2006
2453746.234	-9472	-0.000377961	ปฐมภูมิ	สว่างจิตร ตรีพร, 2549
2453666.560	-9703	0.0000379588	ปฐมภูมิ	Senavci, et al., 2007
2453674.493	-9680	0.0000242959	ปฐมภูมิ	Senavci, et al., 2007
2453708.294	-9582	-0.000286094	ปฐมภูมิ	Senavci, et al., 2007
2453729.331	-9521	-0.002552766	ปฐมภูมิ	Senavci, et al., 2007
2453761.409	-9428	-0.000836709	ปฐมภูมิ	Brát, et al., 2007
2454122.529	-8381	-0.001053025	ปฐมภูมิ	Brát, et al., 2007
2454122.529	-8381	-0.001053025	ปฐมภูมิ	Brát, et al., 2007
2454122.530	-8381	-0.000653024	ปฐมภูมิ	Brát, et al., 2007
2454166.332	-8254	-0.001922816	ปฐมภูมิ	Kilicoglu, et al., 2007
2454195.304	-8170	-0.002073151	ปฐมภูมิ	Brát, et al., 2007
2454195.305	-8170	-0.001573151	ปฐมภูมิ	Brát, et al., 2007
2454195.305	-8170	-0.001273151	ปฐมภูมิ	Brát, et al., 2007
2454409.838	-7548	-0.001981345	ปฐมภูมิ	Konkoly, 2008
2457013.215	0	0.0000192798	ปฐมภูมิ	งานวิจัยนี้
2457014.251	3	0.0012093910	ปฐมภูมิ	งานวิจัยนี้

จากสมการ Ephemeris ใหม่ แสดงให้เห็นว่าระบบดาวคู่ วิ 781 ทอริ มีคาบการโคจรใหม่เป็น 0.3449 วัน นำค่า Epoch และ ค่า O-C ของระบบดาวคู่ วิ 781 ทอริ ที่ได้จากการคำนวณ ไปรวมกับข้อมูลค่า Epoch และ ค่า

O-C ของระบบดาวคู่ วิ 781 ทอริ ที่นักดาราศาสตร์ในอดีตเคยคำนวณไว้ทั้งหมด จากนั้นนำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ ผลปรากฏว่าได้แผนภาพ O-C (รูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภาพ O-C ของระบบดาวคู่ V 0781 Tauri

จากรูปที่ 6 มีแนวโน้มเป็นรูปพาราโบลาแบบคว่ำ คาบวงโคจรลดลง และสามารถพิจารณาสมการโพลีโนเมียลลำดับที่ 2 ได้เป็น

$$O-C = -0.0097551809 + (-1.4284526492 \times 10^{-6})E + (-1.8300717814 \times 10^{-11})E^2 \quad (3)$$

จากสมการ (3) สามารถหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ วี 781 ทอรี ได้เท่ากับ

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dE} &= 2(-1.8300717814 \times 10^{-11}) \\ &= -3.66014 \times 10^{-11} \text{ วันต่อรอบ} \end{aligned} \quad (4)$$

ระบบดาวคู่ วี 781 ทอรี มีการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรลดลง 3.66014×10^{-11} วันต่อรอบ หรือ 1.15505 มิลลิวินาทีต่อปี

คาบวงโคจรลดลงด้วยอัตรา 3.66014×10^{-11} วันต่อรอบ หรือ 1.15505 มิลลิวินาทีต่อปี เนื่องจากการสูญเสียโมเมนตัมเชิงมุม(AML) โดยการถ่ายเทมวลในระบบดาวคู่ วี 781 ทอรี

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบวงโคจรของระบบดาวคู่ วี 781 ทอรี ในครั้งนี้ทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์กราฟแสงที่สร้างขึ้นจากการสังเกตการณ์ ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา จากกราฟแสงสามารถจำแนกประเภทของระบบดาวคู่ วี 781 ทอรี เป็นระบบดาวคู่ประเภท W UMa จากกราฟ O-C ทำให้ทราบถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงว่ามี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ ๗ รอบพระชนมพรรษา นครราชสีมา สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลวิจัย



เอกสารอ้างอิง

- บุญรักษา สุนทรธรรม. (2550). *ดาราศาสตร์ฟิสิกส์*. เชียงใหม่:หน่วยพิมพ์เอกสาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิรามาศ โกมลจินดา. (2546). *โครงสร้างกายภาพของระบบดาวคู่แบบแตะกัน อาร์ แชด ทอรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สว่างจิตร์ ตีรพร. (2549). *การเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่แบบแตะกัน วี 781 ทอรี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Berthold, T. (1983). Remarks on three variable stars. *Variable stars*, 2443(1), 12.
- Brát, L., Zejda, M., & Svoboda, P. (2007). B.R.N.O. Contributions # 34. *Open European Journal on Variable Stars*, 0074(1), 1.
- Cereda, L., Misto, A., Poretti, E., & Niarchos, P. G. (1988). BV photometry of the eclipsing W Ursae Majoris systems V781 Tauri and GR Virginis. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 76(2), 255-261.
- Donato, L., Lepardo, A., Santini, V., Tomov, T., Munari, U., & Zwitter, T. (2003). V781 Tau: Improved Evidence for an Orbital Period Change. *Information Bulletin on Variable Stars*, 5391, 1.
- Dvorak, S. W. (2008). Times of Minima for Neglected Eclipsing Binaries 2006-2007. *Information Bulletin on Variable Stars*, 5814, 1.
- Harris, A. W. (1979). A Bright, Short Period Eclipsing Variable in Taurus. *Information Bulletin on Variable Stars*, 1556, 1.
- Kallrath, J., Milone, E. F., Breinhorst, R. A., Wilson, R. E., Schnell, A., & Purgathofer, A. (2006). V781 Tauri: a W Ursae Majoris binary with decreasing period. *Astronomy and Astrophysics*, 452(3), 959-967.
- Keskin, V., & Pohl, E. (1987). Photoelectric minima of eclipsing binaries. *Variable Stars*, 3355(1), 3078.
- Kilicoglu, T., Basturk, O., Senavci, H. V., Yilmaz, M., Tanriverdi, T., & Alan, N., et al. (2007). Photoelectric Minima of Some Eclipsing Binary Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*, 5801, 1.
- Liu, Q., & Yang, Y. (2000). A period study of the W Uma type contact binary V781 Tauri. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 142(1), 31-34.
- Lu, W. (1993). Radial-velocity observations and absolute dimensions of eclipsing binaries - V781 Tau. *Astronomical Journal*, 105(2), 644-651.
- Senavci, H. V., Tanriverdi, T., Torun, E., Elmasli, A., Kilicoglu, T., & Cinar, D., et al. (2007). Photoelectric Minima of Some Eclipsing Binary Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*, 5754, 1.
- Zwitter, T., Munari, U., Marrese, P. M., Prša, A., Milone, E. F., & Boschi, F., et al. (2003). Evaluating GAIA performances on eclipsing binaries II. Orbits and stellar parameters for V781 Tau, UV Leo and GK Dra. *Astronomy and Astrophysics*, 440, 333-340.