บทที่ 4

การวัดและการคำนวณ

4.1 การวัดมุมโพซิชั่นของหางดาวหาง (Position Angle of the Tail)

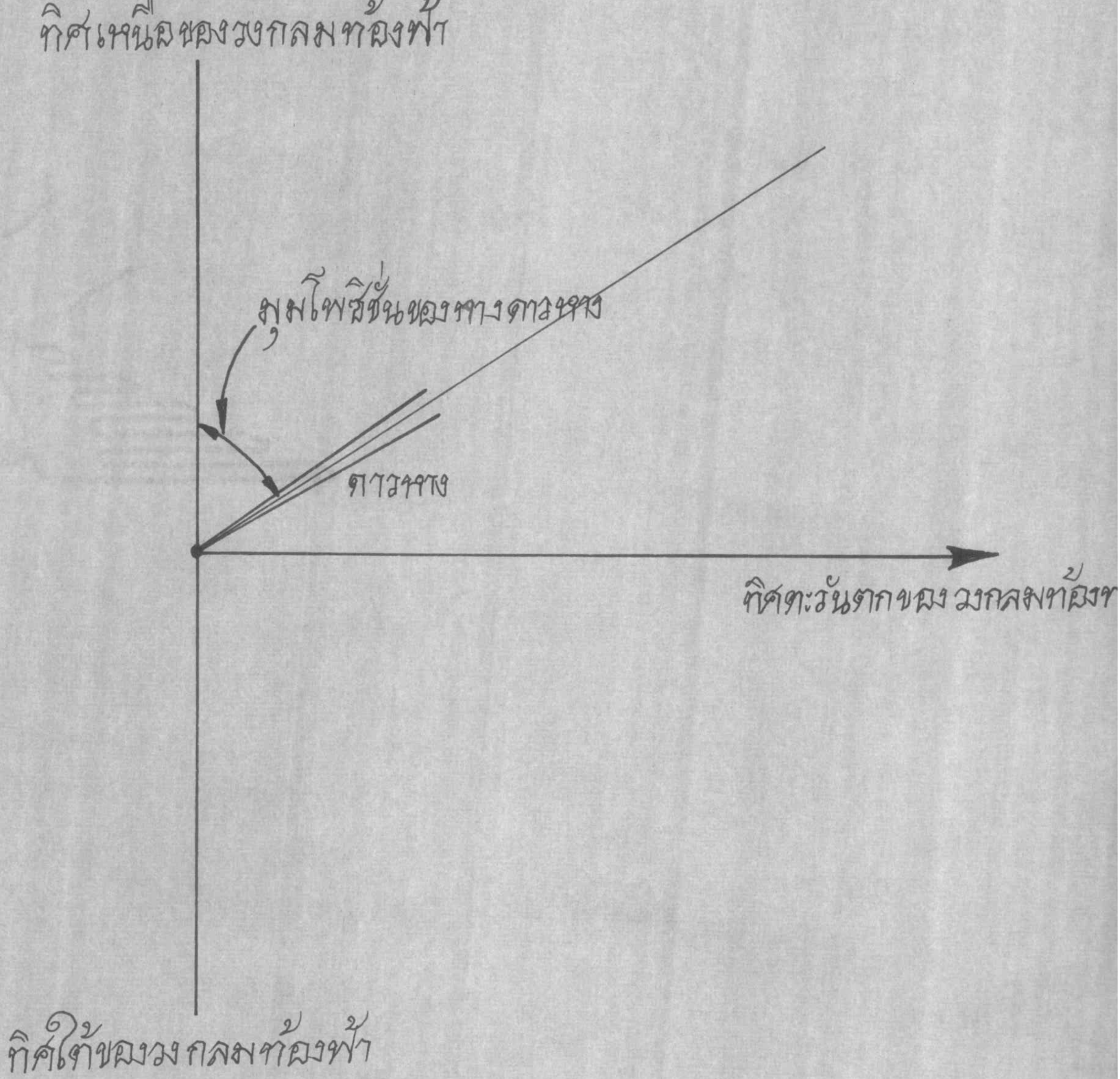
การวัดมุมนี้วัดได้จากภาพโพซิทิฟและภาพเนกาทิฟที่ชัดลงบนกระดาษ มุมโพซิชั่นของหางดาวหางคือมุมที่วัดจากแนวเหนือใต้ของทรงกลมท้องฟ้า (Celestial Sphere) จากทิศเหนือไปยังแนวของหาง ดังแสดงในภาพที่ 16

แนวหางของดาวหางคือเส้นที่ลากจากใจกลาง ไปตามแนวของหางในแนวที่เข้มที่สุดในภาพโพซิทิฟหรือเนกาทิฟ การหาแนวเหนือใต้ของทรงกลมท้องฟ้าบนกระดาษ หาได้โดยการพิจารณาหาดาวที่ปรากฏบนภาพและบนแผนที่ที่ตรงกันอย่างน้อย 2 ดวง ซึ่งเป็นดาวที่อยู่ในแนว ไรทแอสเซนชั่น (Right Ascension) เดียวกัน เมื่อลากเส้นผ่านดาว 2 ดวงนี้เป็นแนวเหนือใต้แล้ว แนวที่ลากนี้ควรจะผ่านจุดใจกลางของดาวหางหรือบริเวณใกล้เคียงที่สุดด้วย ในกรณีที่ไม่มีดาวที่อยู่ในแนวไรท์แอสเซนชั่นในบริเวณที่ต้องการ ให้วางภาพแผนที่ที่เขียนไว้ในกระดาษไขทาบบนภาพโพซิทิฟหรือเนกาทิฟแล้วใช้ปลายเข็มหมุดกดลงบนแนวเหนือใต้ที่ผ่านจุดใจกลางของดาวหาง 2 จุด ลากเส้นต่อโยง 2 จุด จะได้แนวเหนือใต้ที่ต้องการ

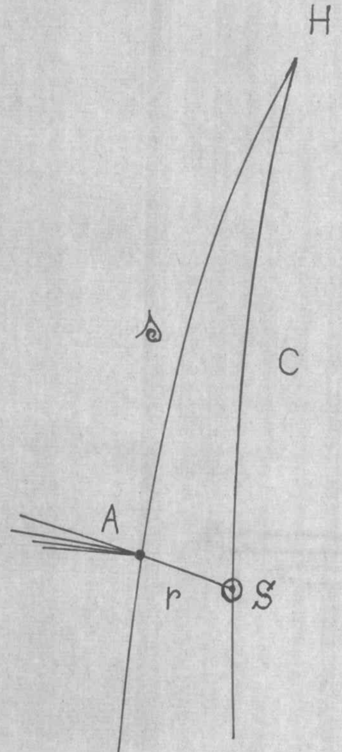
4.2 การหาตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในวันเวลาที่ทำการสังเกตการณ์

ก่อนที่จะคำนวณมุมโพซิชั่น ของรัศมีเวคเตอร์ (Position Angle of Radius Vectors) ได้ ควรทราบค่าที่ถูกต้องของตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ในวันเวลาที่สังเกตการณ์เสียก่อน ค่าเหล่านี้คำนวณได้จากสูตร

ภาพที่ 16 ภาพแสดงมุมโพซิชั่นของหางดาวหาง



ภาพที่ 17 รูปสามเหลี่ยมทรงกลม (SPHERICAL TRIANGLE)



H จุดที่บอกตำแหน่งของขั้วใต้ของวงกลมท้องฟ้า (South Celestial Pole)

S จุดที่บอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์

A จุดที่บอกตำแหน่งของใจกลางของดาวหาง

การคำนวณของ เบสเซล (Bessel's Interpolation Formular)

I $f_p = f_o + pd_{½} + B_2(d_o^2 + d_1^2) + B_3\, d_{½}^3 + B_4(d_o^4 + d_1^4)$

f_p เป็นตัวที่ต้องการทราบค่า f_o เป็นค่าเริ่มต้น (initial value) p เป็นแฟคเตอร์ของการคำนวณ (interpolating factor) ถ้าแบ่งช่องในการคำนวณเป็น 1 วัน ค่าของ p จะหาได้จากการเอาเวลาที่สังเกตการณ์ตามเวลาสากล (U.T. in hour) ตั้ง หารด้วย 24 $d_{½}$, d_o^2, d_1^2, $d_{½}^3$ และ d_o^4, d_1^4 เป็นความแตกต่างอันดับที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (first, second, third and forth differences) B_2, B_3 และ B_4 เป็นสัมประสิทธิ์ของเบสเซล (Bessel's Coefficient)

ในสูตรที่ I ค่า f_o, p, และความแตกต่าง อันดับต่าง ๆ ทราบจากตารางที่ 1 และ 2 ในภาคผนวก B_2, B_3 และ B_4 ทราบจากตารางของการคำนวณ (Interpolating Table) ของเบสเซล ฉะนั้น f_p หรือค่าของไรทแอสเซนชั่น (Right Ascension) และเดคคลิเนชั่น (Declination) ของดวงอาทิตย์ในวันเวลาที่สังเกตการณ์ดาวหางจะคำนวณได้ ตัวอย่างและผลการคำนวณ แสดงไว้ในตารางที่ 3 ในภาคผนวก

4.3 การคำนวณมุมโพซิชั่นของรัศมีเวคเตอร์ (Position Angle of the Radius Vector)

มุมโพซิชั่นของรัศมีเวคเตอร์ คือ มุมที่วัดจากแนวเหนือใต้ของทรงกลมท้องฟ้า จากเหนือไปยังเส้นตรงที่ลากจากดวงอาทิตย์ ผ่านจุดใจกลางของดาวหาง ซึ่งจะคำนวณได้จากสูตรสามเหลี่ยมของทรงกลม (Spherical Trianglular Formular)

II $\cos r = \cos c \cos S + \sin c \sin S \cos H$

III $\frac{\sin A}{\sin c} = \frac{\sin H}{\sin r}$

H เป็นจุดที่บอกตำแหน่งของขั้วใต้ของทรงกลมท้องฟ้า (South Celestial Pole) A เป็นจุดที่บอกตำแหน่งของจุดใจกลางของดาวหาง S เป็นจุดที่บอกตำแหน่งของดวงอาทิตย์ s เป็นด้านตรงข้ามกับมุม S คือมุมระหว่างดาวหางกับขั้วใต้ของทรงกลมท้องฟ้า โดยมีโลกเป็นจุดศูนย์กลาง ($s = 90 - \delta$ ของดาวหาง) c เป็นด้านตรงข้ามมุม A คือ มุมระหว่างดวงอาทิตย์กับขั้วใต้ของทรงกลมท้องฟ้าโดยมีโลกเป็นจุดศูนย์กลาง ($c = 90 - \delta$ ของดวงอาทิตย์) r เป็นมุมตรงข้ามกับมุม H คือเป็นมุมระหว่างใจกลางของดาวหาง กับดวงอาทิตย์ โดยมีโลกเป็นจุดศูนย์กลาง ($H = \alpha$ ของดวงอาทิตย์ $- \alpha$ ของดาวหาง) เมื่อทราบ δ และ α ของดวงอาทิตย์ และดาวหาง ค่าของ c, s และ H ก็หาได้ และค่าของ r และ A จะคำนวณได้จากสูตร II และ III A คือ ค่าของมุมโพซิชั่นของรัศมีเวคเตอร์ ตัวอย่างการคำนวณและผลการคำนวณ แสดงไว้ในตารางที่ 4 ในภาคผนวก

4.4 การคำนวณหาค่าของระยะรัศมีเวคเตอร์ จากดวงอาทิตย์ (Radius Vector from the Sun)

รัศมีเวคเตอร์จากดวงอาทิตย์ คือ ระยะที่วัดจาก ดวงอาทิตย์ ถึงจุดใจกลางของดาวหาง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน หาได้จากการคำนวณโดยสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{IV} \quad \cot S = \frac{3k(t - T)}{(3q)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\text{V} \quad \cot w = {}_{3}\ \cot \frac{S}{2}$$

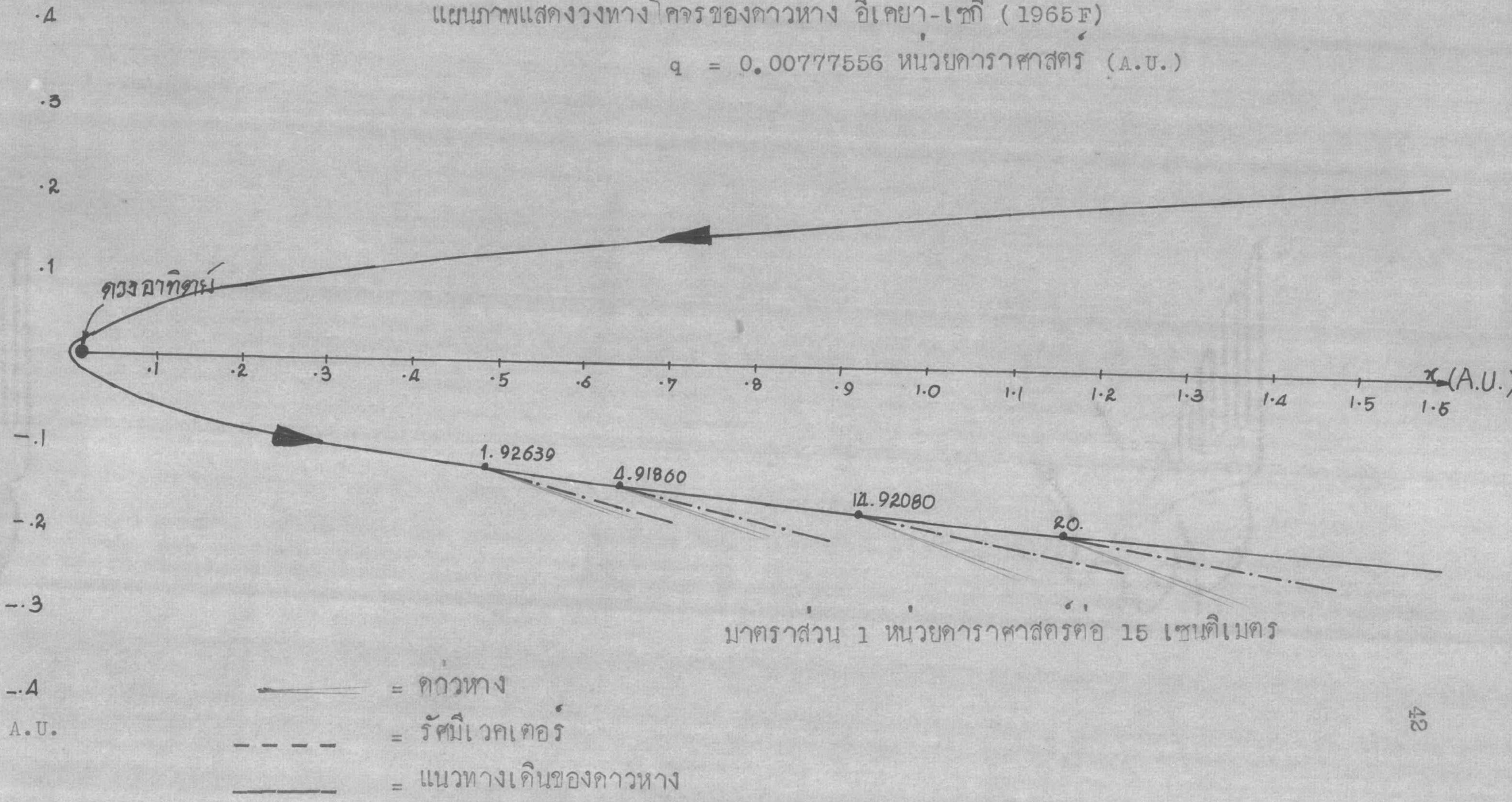
$$\text{VI} \quad \tan v = 2 \cot 2w$$

$$\text{VII} \quad r = q \sec^2 \frac{v}{2}$$

ภาพที่ 18

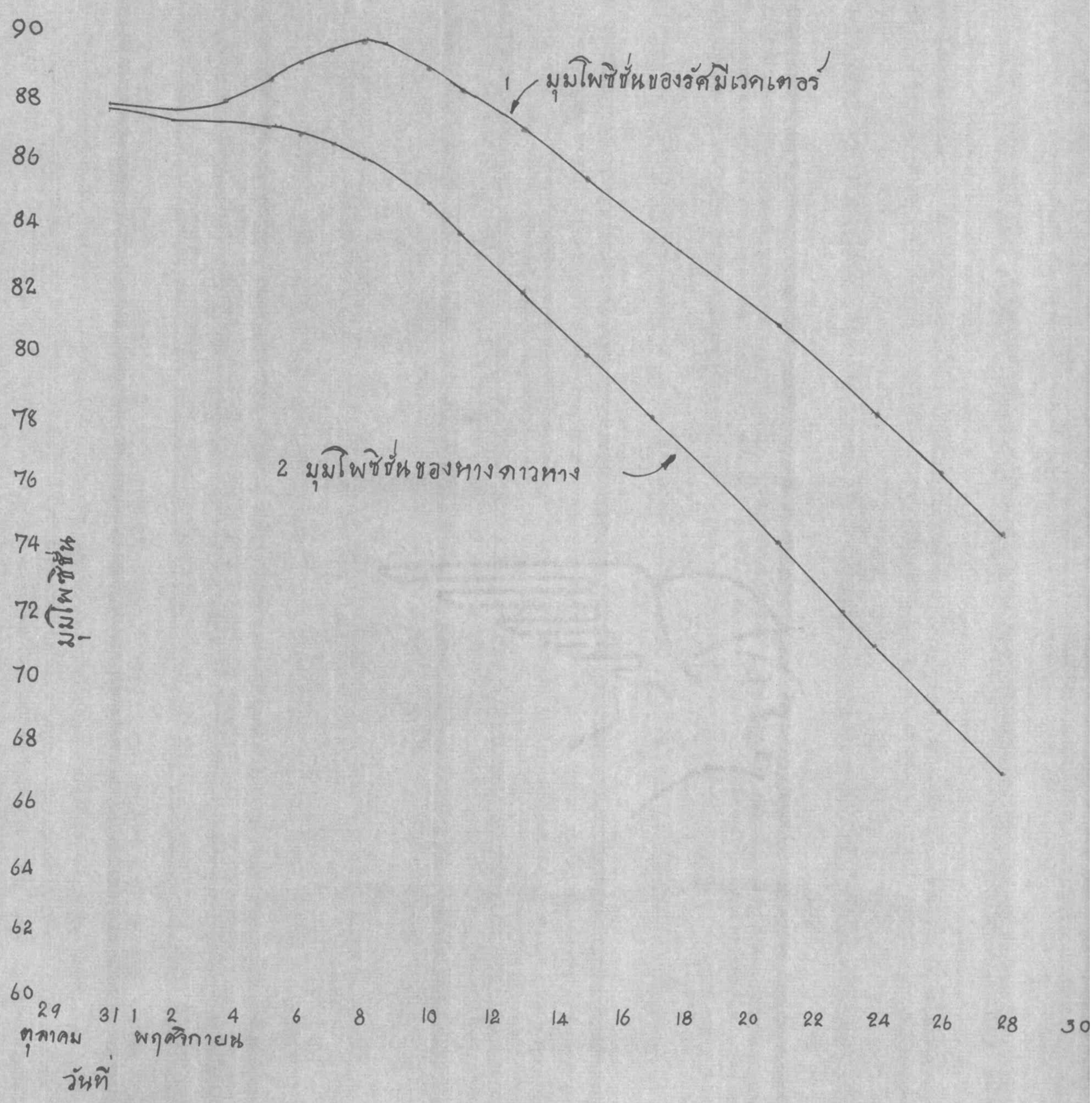
แผนภาพแสดงวงทางโคจรของดาวหาง อิเคยา-เซกิ (1965F)

q = 0.00777556 หน่วยดาราศาสตร์ (A.U.)



มาตราส่วน 1 หน่วยดาราศาสตร์ต่อ 15 เซนติเมตร

ภาพที่ 19 กราฟระหว่างวันเวลากับมุมโพซิชั่นของหางดาวหาง และวันเวลากับมุมโพซิชั่นของรัศมีเวคเตอร์



k คือค่าคงตัว ของเก๊าเซี่ยน (Gaussian's Constant) T คือ วันเวลาที่ดาวหางเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด t คือวันเวลาที่ทำการสังเกตการณ์ q คือระยะที่ดาวหางเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุด v คือ มุมโพลา (Polar Angle) ของวงทางโคจร นับจากจุดยอด (Vertex) ของพาราโบลา (Parabola) s และ w คือ ค่าที่สมมุติขึ้น เพื่อนำมาช่วยในการคำนวณ r คือระยะทางจากดวงอาทิตย์ ถึง ใจกลางดาวหาง เป็นตัวที่ต้องการทราบค่า ผลการคำนวณ และตัวอย่างในการคำนวณ อยู่ในตารางที่ 4 ในภาคผนวก

4.5 การสร้างวงทางโคจรของดาวหาง อิเคยา เซกิ (1965 F)

วงทางโคจรของดาวหางบนระนาบทางเดินของตัวดาวหางเอง เป็นรูปพาราโบลา จึงใช้สูตร พาราโบลา คำนวณวงทางโคจร

VIII $$y^2 = 4qx$$

ผลการคำนวณค่าของ y และ x แสดงไว้ในตารางที่ 5 ในภาคผนวก นำค่า x และ y มาสร้างวงทางโคจรของดาวหางได้ การกำหนดตำแหน่งของดาวหางในแต่ละวันบนวงทางโคจร ได้จากค่าของระยะรัศมีเวคเตอร์ ในตารางที่ 4 แนวทางของหางดาวหาง ซึ่งกระทำต่อรัศมีเวคเตอร์ คำนวณได้จากค่าของ มุมโพซิชั่น ของหางดาวหาง กับค่ามุมโพซิชั่นของรัศมีเวคเตอร์ ภาพวงทางโคจรของดาวหาง แสดงไว้ในภาพที่ 18 นอกจากนี้ มุมโพซิชั่นของดาวหาง และมุมโพซิชั่นของรัศมีเวคเตอร์ นำมาเขียนกราฟ กับ วันเวลาที่สังเกตการณ์ จะได้ภาพดังแสดงในภาพที่ 19.