

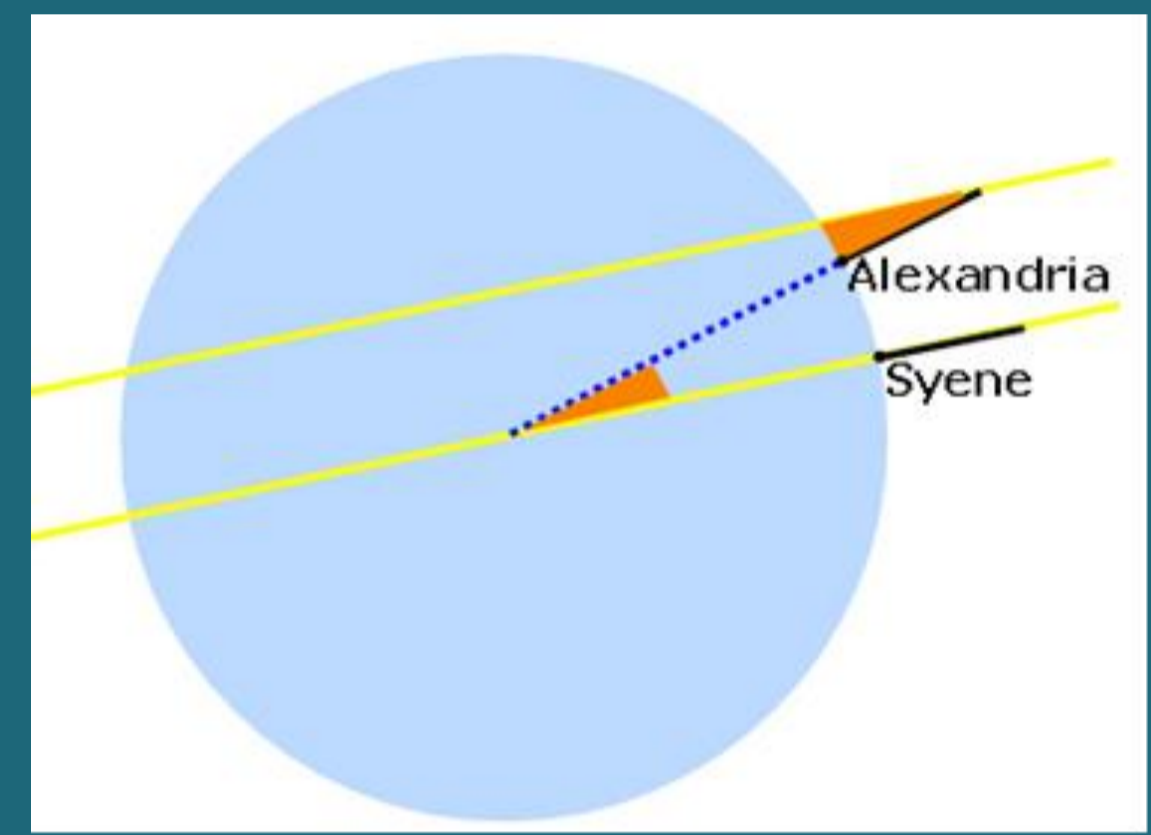
บทคัดย่อ การวัดความยาวเส้นรอบวงโลกในแนวเส้นแวงของ Eratosthenes (276-194 ปีก่อน ค.ศ.) ใช้การจับคู่สองตำแหน่งใดๆ ในแนวเส้นแวงเดียวกัน คำนวณจากการวัดระยะห่างของสองตำแหน่ง และผลต่างของมุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบเสากำเนิดเงาในเวลาเที่ยงวัน ด้วยหลักการดังกล่าว ในวันวิษุวัต ซึ่งดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ตามแนวเส้นศูนย์สูตรโลก การวัดความยาวเส้นรอบวงโลกสามารถทำได้โดยการวัดระยะจากตำแหน่งใดๆ เทียบกับเส้นศูนย์สูตรโลกและวัดมุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบเสากำเนิดเงาในเวลาเที่ยงวันได้ ครู นักเรียนและนักศึกษา จำนวน 18 ทีม (67 คน) ได้เรียนรู้จากเนื้อหาที่มีการประยุกต์ใช้สื่อสังคม (Social Media) ที่ออกแบบไว้ที่ www.astroeducation.com และร่วมทำปฏิบัติการวัดความยาวเส้นรอบวงโลกในวันวสันตวิษุวัต ระหว่างวันที่ 20-21 มีนาคม 2557 จากแต่ละพิภคภูมิศาสตร์ของโลก (ไทย-ลาว-นิวซีแลนด์) ผลการทำปฏิบัติการพบว่า การคำนวณความยาวเส้นรอบวงโลกของแต่ละทีม มีค่าคลาดเคลื่อนระหว่าง 0.02-12.50 % ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนของ Eratosthenes ที่ 15.60% โดย 82.32% ของผู้เข้าร่วมปฏิบัติการ สามารถวัดระยะทางจากพิภคของตนเองเทียบกับเส้นศูนย์สูตรโลกด้วยโปรแกรม Google Earth อีก 17.68% ใช้วิธีเทียบจากแผนที่และพิภคเส้นรุ้ง ทั้งนี้ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้สื่อสังคม เพื่องานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างเครือข่ายพัฒนาการเรียนการสอนดาราศาสตร์ทั้งภายในและภายนอกประเทศ

คำสำคัญ : Eratosthenes Method, การวัดความยาวเส้นรอบวงโลก, การใช้สื่อสังคม



ที่มาและความสำคัญ

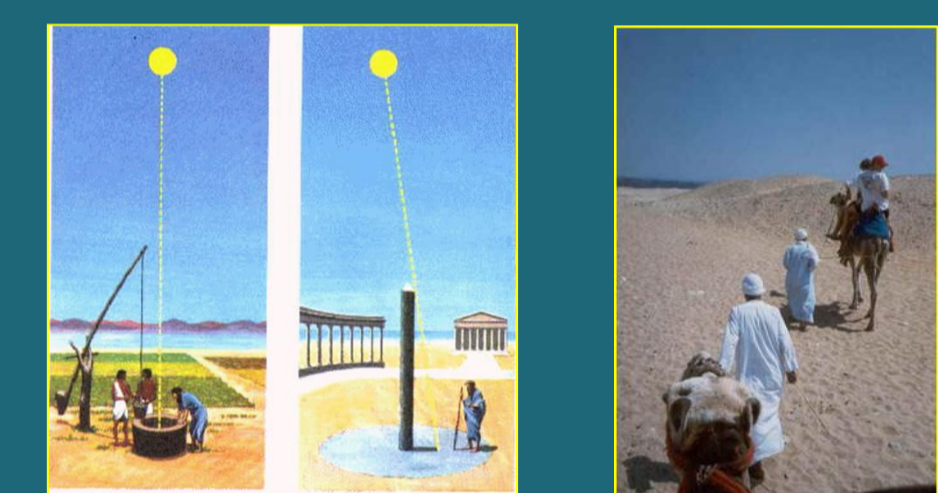
www.astroeducation.com



วิธีของ Eratosthenes ในวันครีษมายัน (Summer solstice ; 21 มิถุนายน) แสงจากดวงอาทิตย์ตกตั้งฉากกับโลกที่ละติจูด 23.5 องศาเหนือ

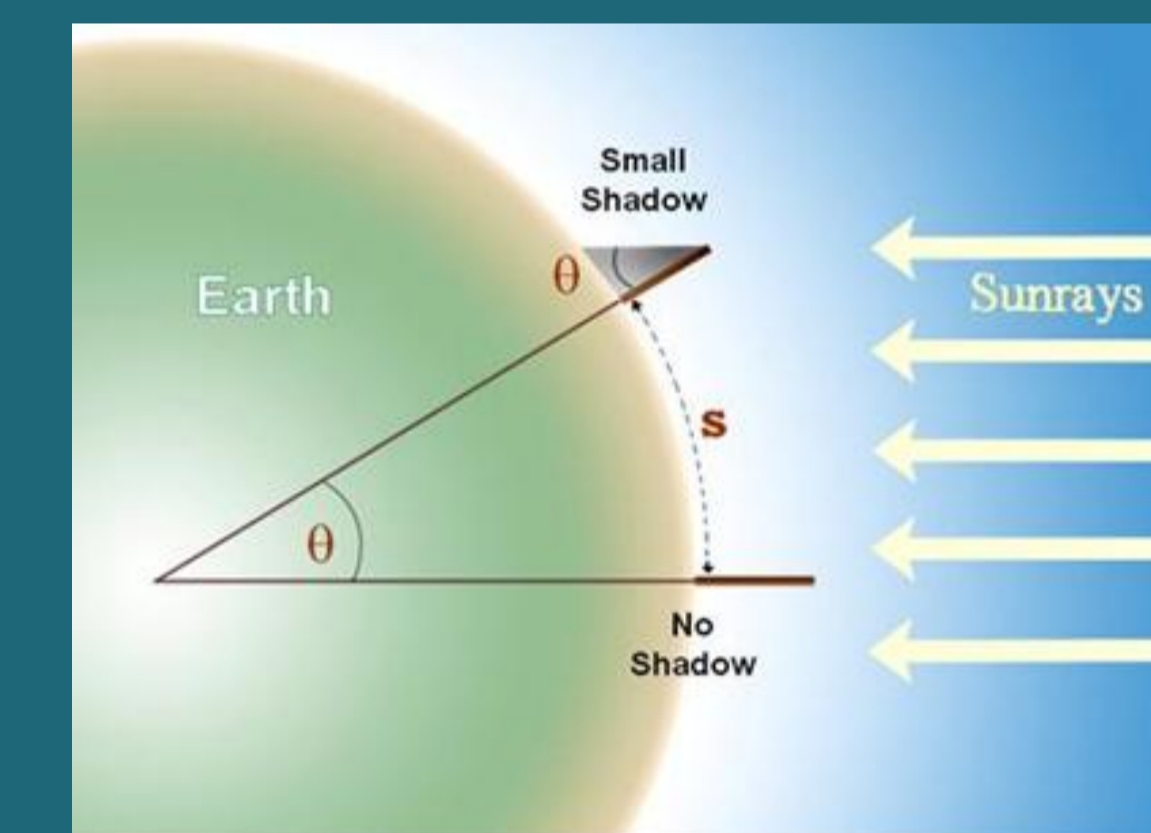
เมื่อทราบระยะทางเดินเท้าจาก Syene และ Alexandria เท่ากับ 5,000 stadia และจากเงาของเสากำเนิดเงา ตามหลักเรขาคณิต จึงทราบมุมที่วัดจากจุดศูนย์กลางโลก ไปยังสองเมืองเท่ากับ 7.2 องศา

$$\frac{\text{Circumference}}{5,000 \text{ stadia}} = \frac{360^\circ}{7.2^\circ}$$



Eratosthenes วัดความยาวเส้นรอบวงโลกเท่ากับ 250,000 stadia ถ้า 1 attic stadion เท่ากับ 185 เมตร ความยาวเส้นรอบวงโลก = 46,250 กิโลเมตร เทียบกับค่าปัจจุบัน 40,008 กิโลเมตร คลาดเคลื่อน 15.60%

[http://www.sciencebuddies.org/Files/2677/3/Astro_img061.jpg]



วันวสันตวิษุวัต (Vernal Equinox) ตรงกับวันที่ 21 มีนาคมของทุกปี เป็นวันที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาตั้งฉากกับผิวโลกที่เส้นศูนย์สูตร เราสามารถใช้เส้นศูนย์สูตรเป็นแนวอ้างอิงเพื่อ (1) วัดมุมตกกระทบของดวงอาทิตย์ในเวลาเที่ยงวัน และ (2) ระยะระหว่างเส้นศูนย์สูตร กับพิภคของคุณครูแต่ละท่านที่ร่วมทำปฏิบัติการ และใช้ค่าเหล่านั้นคำนวณหาความยาวเส้นรอบวงของโลก ตามวิธีการของ Eratosthenes ซึ่งในปฏิบัติการวันที่ 20-21 มีนาคม 2557 แนะนำให้ใช้ โปรแกรม Google Earth วัดระยะจากเส้นศูนย์สูตร ไปยังพิภคของคุณครูแต่ละคน

$$\frac{\text{Earth's circumference}}{\text{DisTance between location}} = \frac{360^\circ}{\theta}$$

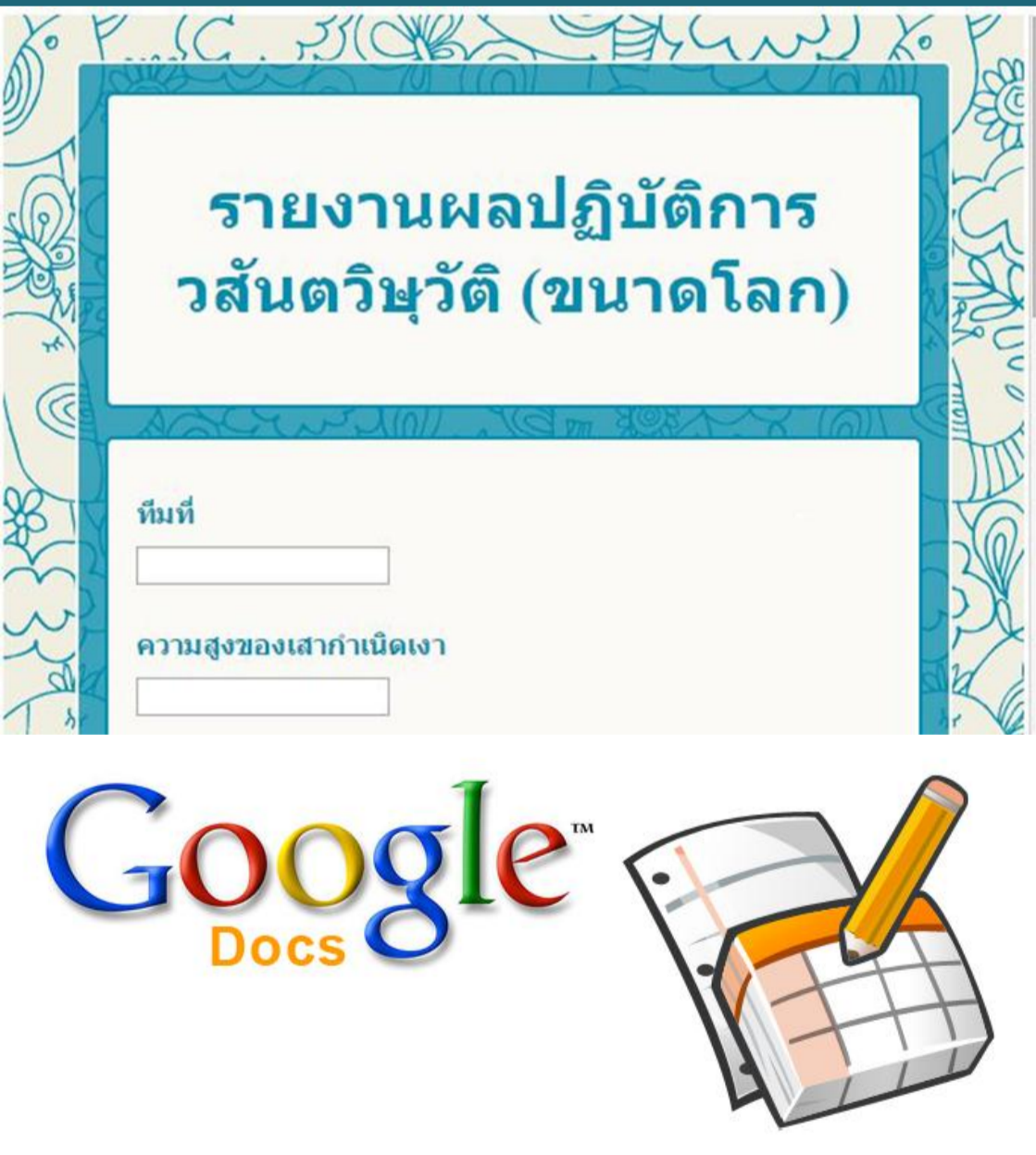
$$\tan \theta = \frac{\text{length of the shadow}}{\text{height of the gnomon}}$$

[<http://www.iucaa.ernet.in/~scipop/Obsetion/eratos/image008>]



การประยุกต์ใช้ Social Media

ผลการทำปฏิบัติการ



ทีมที่	พิภค	ความสูงเสา (cm)	ความยาวเงา (cm)	tan A	มุม A (องศา)	ระยะห่างจากเส้นศูนย์สูตร (กม.)	ความยาวเส้นรอบวงโลก (กม.)	Error (%)
NZ	37:47S, 175:19E	3.8	3.2	0.842	40.1	4,183.72	37,559.58	6.12
Laos	15:07N, 105.49E	7	2.1	0.300	16.7	1671.96	36,042.25	9.91
1	14:51N, 103.29E	4.6	1.4	0.304	16.9	1643.33	35,005.84	12.50
2	16:06N, 104.14E	8.6	2.3	0.267	15	1780.49	42,731.76	6.80
3	15:41N, 100.07E	54	15	0.277	15.52	1736	40,268	0.65
4	15:41N, 101.45E	7	2	0.285	15.50	1717	39,878.71	0.32
5	15:41N, 101.45E	7.2	2	0.278	15.52	1717	39,827.32	0.45
6	8:2N, 100.02E	21.5	3.3	0.153	8.7	911.27	37,707.56	5.74
7	15:41N, 100.07E	15	4.5	0.300	16.7	1736	37,445	6.40
9	15:59N, 103.29E	10.5	3.10	0.295	16.4	1771.97	38,885.05	2.80
10	15:59N, 103.29E	13	3.5	0.269	15.06	1771.97	42,357.84	4.69
11	16:3N, 99:51E	13.30	3.70	0.278	15	1777.14	42,651.36	6.60
12	16:30N, 103:30E	3.6	1.2	0.472	18.43	1846.61	36,060.78	9.86
13	102:46N, 17:10E	60	18.4	0.307	17	1888.94	40,001.08	0.02
15	15:41N, 101.45E	14	3.5	0.250	14.5	1717	42,628.96	6.55
16	15:41N, 101.45E	15.8	5	0.316	17.5	1717	35,321.14	11.72
17	14:56N, 102.19E	5	1	0.200	11.31	1250	39,791.31	0.54
18	14:56N, 102.19E	10	2	0.200	11.31	1250	39,791.31	0.54



สรุปผลและอภิปรายผล

บทปฏิบัติการดาราศาสตร์บูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ และบทเรียนบนเว็บที่มีการประยุกต์ใช้สื่อสังคมเรื่อง การวัดความยาวเส้นรอบวงโลกในวันวสันตวิษุวัต สามารถช่วยให้ผู้เข้าร่วมทำปฏิบัติการเกิดการเรียนรู้และสามารถทำปฏิบัติการได้ประสบความสำเร็จ และมีความพึงพอใจต่อการทำปฏิบัติการในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = 0.13) โดยการคำนวณความยาวเส้นรอบวงโลกตามแนวเส้นแวงของแต่ละทีม มีค่าคลาดเคลื่อนระหว่าง 0.02-12.50% ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนของ Eratosthenes ที่ 15.60% การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้สื่อสังคม ในการเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การวิจัยหรือการเรียนรู้ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องงบประมาณ เป็นสิ่งที่สามารถทำได้จริงอย่างประสบความสำเร็จ และบทปฏิบัติการ 2 ภาษา ทั้งฉบับภาษาไทยและภาษาลาวสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในลักษณะเดียวกันได้อีกในทุกวันวสันตวิษุวัต (21 มีนาคม) และวันศารทวิษุวัต (23 กันยายน) ทั้งนี้ รายละเอียดติดตามได้ที่เว็บบล็อก “ดาราศาสตร์ศึกษา” [www.astroeducation.com]

[1] สรรคสนธิ บุนโยทยาน. (2556). การอบรมเชิงปฏิบัติการ อิราโตซีนัส วัดโลกทั้งไปด้วยไม้แท่งเดียว. ปทุมธานี: องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. (เอกสารอัดสำเนา).
[2] Bekeris, V., Bonomo, F., Bonzi, E., Garcia, B., Mattei, G., Mazzitelli, D., Dawson, S. P., Fernandez de la Vega C. S., & Tamarit, F. (2011). Eratosthenes 2009/2010: An Old Experiment in Modern Times. Astronomy Education Review.