

Experiencia observacional de la declinación lunar en oposición solar en la Luna llena.

Cálculo de la declinación lunar en solsticio, eclipse y equinoccio

- Autores Néstor Vinet, Rafael Girola, Carlos Lucarelli, Daniel Cabezas.
- Grupo EnDiAs (Enseñanza y divulgación de la astronomía)

El trabajo consiste en la determinación observacional de la culminación de la Luna en fase de Luna llena, dada por la proyección de la sombra de un gnomon sobre la meridiana del lugar.

Con los datos de la medición de la longitud de la sombra, se calcula la Declinación Lunar, la cual representa la Declinación Solar en oposición, con los desvíos sobre la eclíptica, por el comportamiento de la órbita Lunar. La experiencia se llevó a cabo con un grupo de alumnos y profesores de la institución EnDiAs. Por coincidir con exactitud y simultaneidad se eligieron 3 fechas de Luna llena: 23/12/2018 próximo al solsticio, 21/01/2019 eclipse lunar y 21/03/2019 sobre el equinoccio.

Los lugares de observación fueron, Luján, Latitud 34.6° S, Longitud 59° O, y Paso del Rey, Latitud 34.66° S, Longitud 58.8° O. Debido a las dificultades presentadas por el bajo brillo de la Luna, se logró fotografiar las mediciones realizadas en Paso del Rey. En cambio, desde Luján, no se disponía de elementos para obtener imágenes fotográficas; las mediciones se realizaron en forma indirecta.



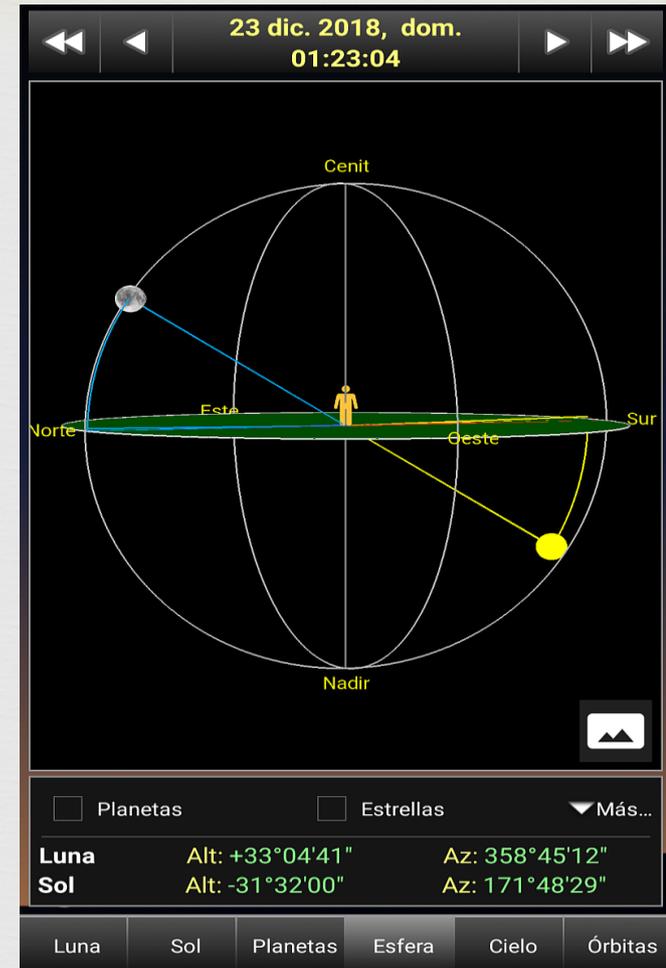
Nuestra intención fue relacionarlo con la experiencia realizada en la construcción de la curva de la ANALEMA observacional, en conjunto con otros grupos participantes, presentada en SNEA 2016, Brasil, donde Néstor Camino era el autor del proyecto.

SOLSTICIO DE DICIEMBRE 2018

La oposición del sol con respecto a la luna, se presenta a 180° en longitud y +12h del lugar donde la luna hace tránsito sobre la meridiana del lugar (eje Norte Sur). Este fenómeno sobre el solsticio, se presenta pocas veces en el transcurso del tiempo. El 22 de diciembre de 2018, el 20 de diciembre de 2029 y el 22 de diciembre de 2037

En su órbita alrededor de la tierra, la luna se desplaza sobre la eclíptica, y repetidas veces se aparta de ella $\pm 5^\circ$ hacia el Norte o el Sur, describiendo una senoide. Cuando la Luna llena o Luna nueva se encuentra en la línea de intersección de los planos, llamada línea de los nodos se producen los eclipses de Luna o de Sol respectivamente.

Durante el solsticio del 22 de diciembre del 2018 la luna se opuso al sol con el 99.7% de fase; en estas condiciones se observó la luna con una declinación de $\delta = 23.48^\circ \pm 5^\circ$; este posicionamiento lunar, reflejaba el solsticio de invierno del hemisferio Norte.



Esquema de oposición Luna Sol (DaffLuna)

MEDICION: Consiste en la determinación observacional mediante la longitud de sombra de un gnomon proyectada sobre la meridiana del lugar, donde luego se calcula el ángulo de altura mediante la siguiente ecuación: $\tan \theta = (\text{long gnomon}) / (\text{long sombra})$, el ángulo de altura será el arctan de θ .

Cálculo del ángulo de altura al Ecuador $\theta_{Ec} = 90^\circ - \text{Latitud del lugar}$.
La **Declinación Lunar** δL : $\delta L = \theta_{Ec} - \text{ángulo de altura Lunar } \theta L$.
Diferencia de la Declinación Lunar con respecto a la Declinación Solar en Oposición.

Para obtener datos de la oposición solar, se utiliza un software, como en este caso el **WinStars**, el que indicará los datos de las coordenadas horizontales, hora de tránsito (+12h), ángulo de altura solar θS , y Declinación Solar δS .

Se compara la **Declinación Solar** δS en oposición 180° y la Declinación Lunar δL en el punto de observación, la diferencia de estos valores, indica el ángulo de separación de la eclíptica con respecto la Declinación Lunar $\Delta\delta L$: $\Delta\delta L = \delta L - \delta S$

DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN LUNAR EN OPOSICIÓN AL SOL EN EL SOLSTICIO DE DIBRE 2018

Experiencia Observacional en el Automóvil Club Argentino (ACA) de Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina, Latitud: $34.6^\circ S$, Longitud: $59^\circ O$ (GMT – 3)

El 22 /12/2018, EnDiAs preparó los elementos necesarios para realizar la experiencia observacional de la Declinación Lunar, para ello se dispuso de los siguientes materiales; tres varillas de madera, cinta métrica, reloj y un marcador. Unas de las varillas, se utilizó para construir el gnomon y las dos restantes, para indicar la meridiana del lugar Norte Sur predeterminada.

La sombra del gnomon se proyectó sobre las varillas de la meridiana, a las 1:20h del 23/12/2018.



Declinación Lunar en ACA Luján: 23/12/2018 01:20 hora local
Latitud: 34.6° S, Longitud: 59° W (GMT - 3)

Lg: Altura del gnomon = 1.33 m

Lvar: Longitud de las varillas sobre la meridiana = 3.00 m

LSL : Longitud de sombra lunar = 2.00 m

θE : Ángulo de altura al Ecuador = 55.4°

θL : Ángulo de altura lunar = 33.62°

δL : Declinación Lunar = 21.8°

1.- Determinación del ángulo de altura del Ecuador θE que es 90° - Latitud 90° - 34.6° = 55.4° **θE = 55.4°**

2.- Conociendo la longitud del gnomon en (m) y la longitud de sombra (m) sobre las varillas apoyadas en la meridiana del lugar, se calcula el arco tangente de θL.

$$\tan\theta L = \text{long gnomon} / \text{long de sombra} \quad \tan\theta L = 1.33\text{m} / 2.00\text{m} = 0.66$$

$\tan\theta L = 0.66$ $\arctan = 33.62^\circ$, la Declinación Lunar δL será la diferencia

$$\text{de } \theta E - \theta L \quad \delta L = 55.4^\circ - 33.62^\circ \quad \delta L = 21.8^\circ$$

Declinación Solar en Oposición

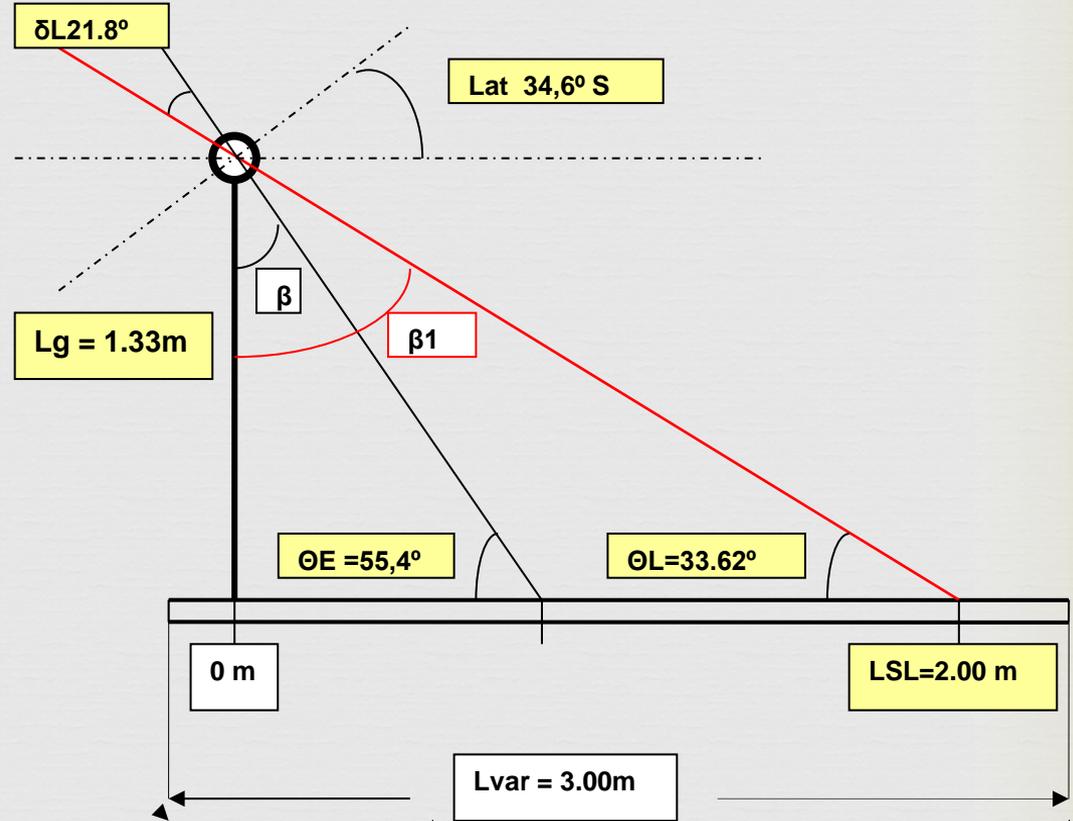
Latitud: 34.6° N Longitud: 180° - 59° = 121° E

Las coordenadas geográficas Lat34.6° N Long 121° E, se ubican a 100km al Este de Tunghai, China, sobre el Mar Amarillo, con una diferencia horaria de +12h, 13:20h

La Declinación Solar δS, según el software WinStars, indica δS = -23.41°

$$\Delta\delta L = \delta L - \delta S \quad -23.41^\circ + 21.8^\circ = -1.6^\circ$$

La diferencia de Declinación Lunar es **ΔδL = - 1.6° S**



DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN LUNAR EN OPOSICIÓN AL SOL EN EL ECLIPSE DE LUNA DEL 21 DE ENERO DE 2019

Experiencia Observacional en Paso del Rey, Provincia de Buenos Aires, Argentina, Latitud: 34.66° S Longitud: 58.8° O (GMT – 3)

Esta vez, el lugar de observación se ubicó a 30km al Este del ACA de Luján, en la casa de Néstor Vinet, quien se reunió con un grupo de familiares y amigos, con el fin de observar el eclipse lunar con telescopios. A partir de la media noche, se prepararon los elementos necesarios, para realizar la experiencia observacional de la Declinación Lunar

Se disponía de los siguientes materiales: un gnomon metálico de 1 m de altura, cinta métrica, reloj y un marcador. Una meridiana marcada en el piso, indicando Norte Sur geográfico.

La sombra del gnomon se proyectó sobre la meridiana, a las 01:03h del 21/01/2019.



Declinación Lunar en Paso del Rey: 21/01/2019 01: 03 hora local

Latitud: 34.66° S Longitud: 58.8° O (GMT - 3)

Medición de la longitud de sombra sobre la meridiana

Lg: Altura del gnomon = 1.00 m

LSL: Longitud de sombra lunar = 1.47 m

θE : Ángulo de altura al Ecuador = 55.34°

θL : Ángulo de altura lunar = 34.22°

δL : Declinación Lunar = 21.12°

1.- Determinación del ángulo de altura del Ecuador θE que es 90° - Latitud

$$90^\circ - 34.66^\circ = 55.34^\circ \quad \theta E = 55.34^\circ$$

2.- Conociendo la longitud del gnomon en (m) y la longitud de sombra (m) sobre la meridiana del lugar, se calcula el arco tangente de θL .

$$\tan \theta L = \text{long gnomon} / \text{long de sombra} \quad \tan \theta L = 1.00\text{m} / 1.47\text{m} = 0.68$$

$\tan \theta L = 0.68$ arctan = 34.22° , la Declinación Lunar δL será la diferencia

$$\text{de } \theta E - \theta L \delta L = 55.34^\circ - 34.22^\circ \delta L = 21.12^\circ$$

Declinación Solar en Oposición

Latitud: 34.66° N Longitud: $180^\circ - 58.8^\circ = 121.2^\circ$ E

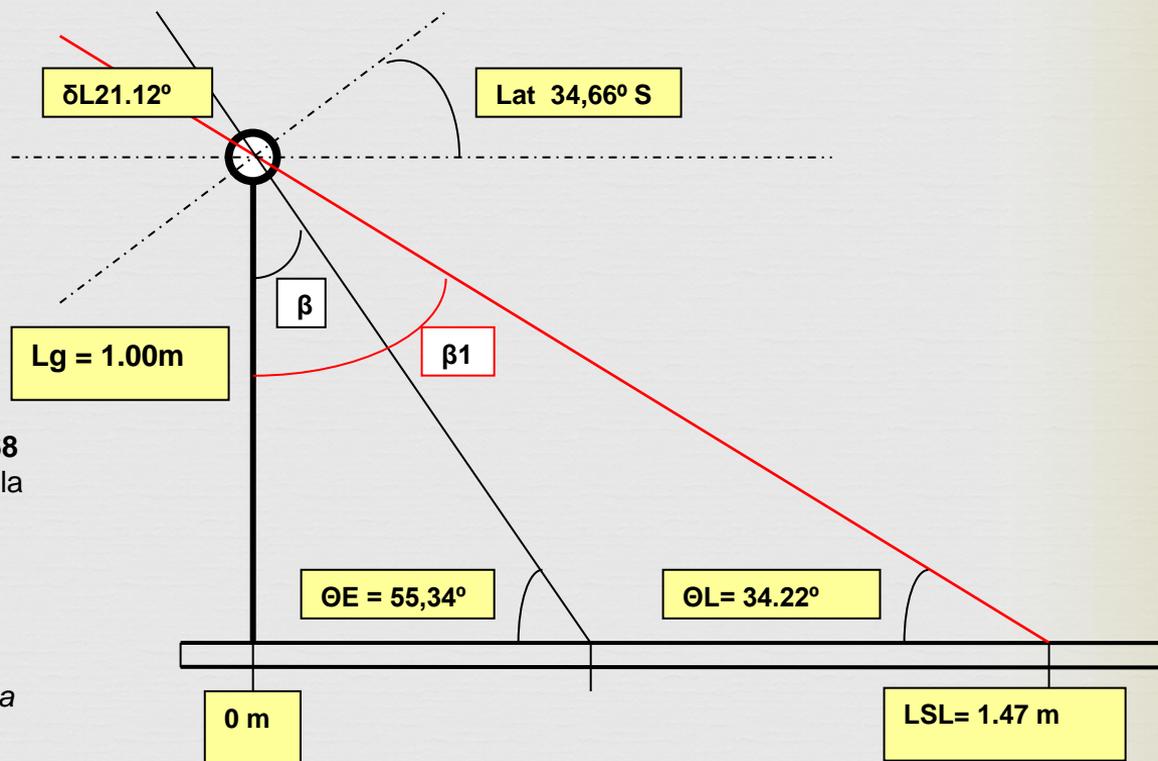
Las coordenadas geográficas Lat 34.66° N Long 121.2° E, se ubican a **130km** al Este de Tunghai, China, sobre el Mar Amarillo, con una diferencia horaria de +12h, 13:03h

La Declinación Solar δS , según el software WinStars, indica $\delta S = -19.9^\circ$

$$\Delta \delta L = \delta L - \delta S 21.12^\circ - 19.9^\circ = 1.22^\circ$$

La diferencia de Declinación Lunar

$$\Delta \delta L = 1.22^\circ$$



DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN LUNAR EN OPOSICIÓN AL SOL EN EL EQUINOCCIO DEL 21 DE MARZO DE 2019

Experiencia Observacional en Paso del Rey Provincia de Buenos Aires Argentina

Latitud: 34.66° S Longitud: 58.8° O (GMT – 3)

Declinación Lunar en Paso del Rey: 21/03/2019 01:16 hora local

Lg: Altura del gnomon = 1.00 m

LSL: Longitud de sombra lunar = 0.79 m

θE : Ángulo de altura al Ecuador = 55.34°

θL : Ángulo de altura lunar = 51.56°

δL : Declinación Lunar = 3.78°

1.- Determinación del ángulo de altura del Ecuador θE que es 90° - Latitud

$$90^\circ - 34.66^\circ = 55.34^\circ \quad \theta E = 55.34^\circ$$

2.- Conociendo la longitud del gnomon en (m) y la longitud de sombra (m) sobre la meridiana del lugar, se calcula el arco tangente de θL.

$$\tan \theta L = \text{long gnomon} / \text{long de sombra} \quad \tan \theta L = 1.00\text{m} / 0.79\text{m} = 1.26$$

$$\tan \theta L = 1.26 \arctan = 51.56^\circ, \text{ la Declinación Lunar } \delta L \text{ será la diferencia}$$

$$\text{de } \theta E - \theta L \delta L = 55.34^\circ - 51.56^\circ \delta L = 3.78^\circ$$

Declinación Solar en Oposición

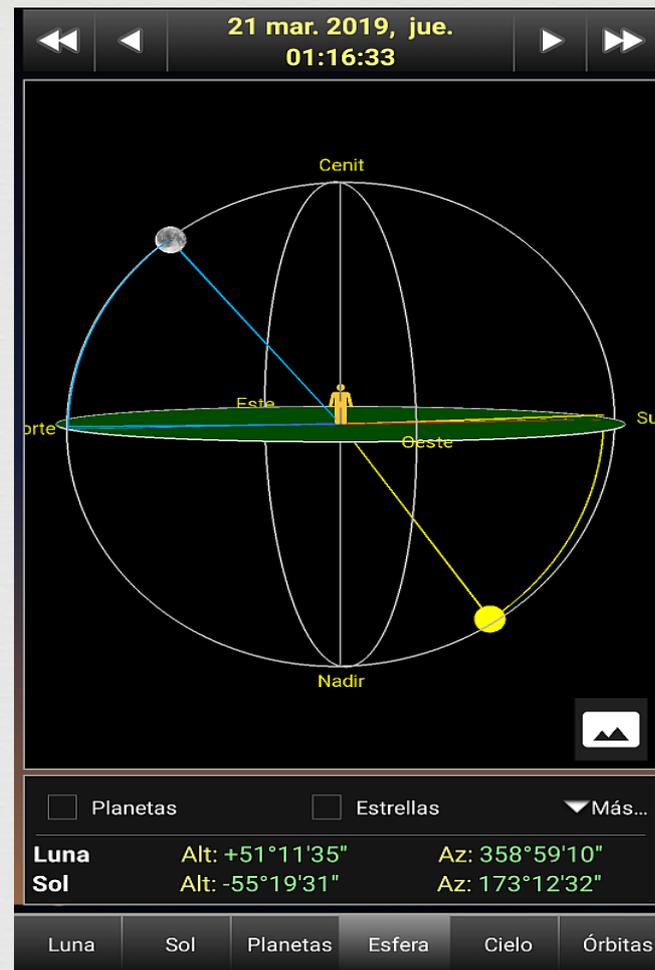
Latitud: 34.66° N Longitud: 180° - 58.8° = 121.2° E

Las coordenadas geográficas Lat 34.66° N Long 121.2° E, se ubican a 130km al Este de Tunghai, China, sobre el Mar Amarillo, con una diferencia horaria de +12h, 13:16h

La Declinación Solar δS, según el software WinStars, indica δS = 0.1°

$$\Delta \delta L = \delta L - \delta S 3.78^\circ - 0.1^\circ = 3.68^\circ$$

La diferencia de Declinación Lunar **ΔδL= 3.68° N**



Esquema de oposición Luna Sol (DaffLuna)

Experiencia observacional de la declinación lunar en oposición solar en la Luna llena.

CONCLUSION: Por lo general se obtiene información de la posición de los objetos celestes por medio de softwares, que nos indican los datos de las coordenadas astronómicas y geográficas, como así también los datos físicos, como por ejemplo, temperatura. En este trabajo se hace hincapié en lo observacional y los datos obtenidos, y se los confronta con un programa de computación, como es el caso del software WinStars. Se destaca la importancia integradora del equipo de observación en la construcción conceptual de lo que implica la medición.

REFERENCIAS:

Observar la luna – FOLKES John S. – Editorial Tuttor – 2004

Calculus Astronomiques – MEUS Jean – Société Astronomique de France – 1993

Atlas of the moon – RUKL Antonin; KALMBACH Ed – 1993

La Astronomía en cuestiones – DROUIN Fabrice – Editorial Vuibert – 2004

Aplicación DaffLuna. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dafftin.android.moon_phase&hl=es_AR

Aplicación Winstars. <https://winstars.net/es/descarga/>