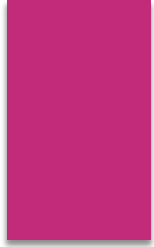




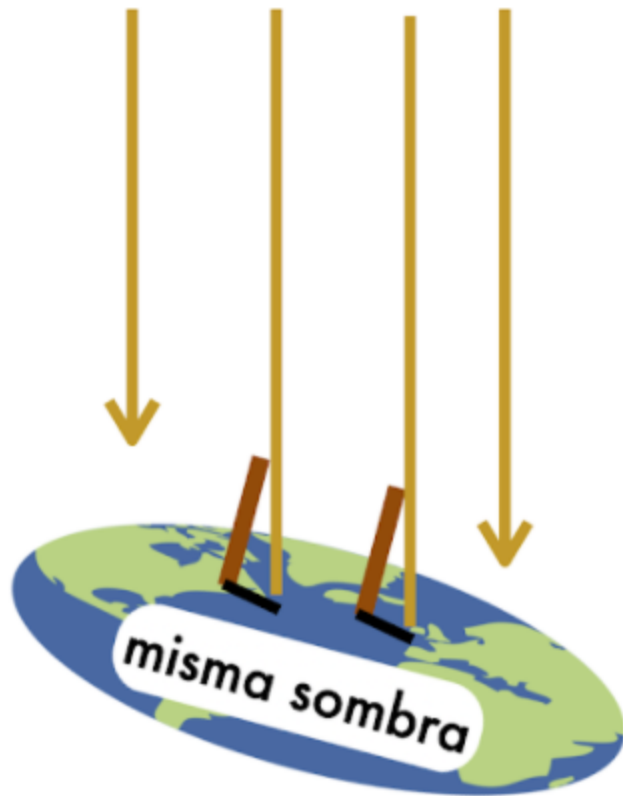
Si Eratóstenes pudo ... nosotros/as en Leioa,





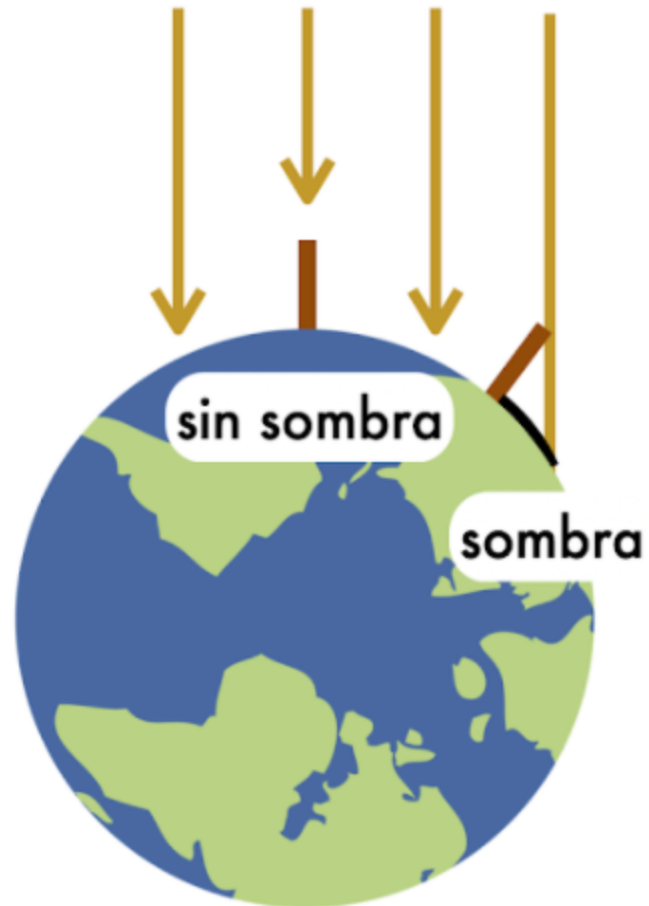


## Rayos del Sol



Tierra plana

## Rayos del Sol

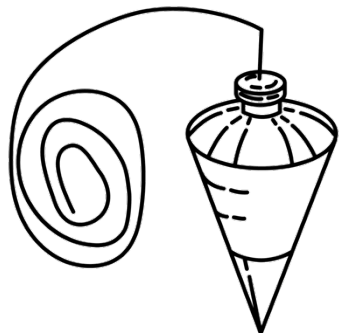
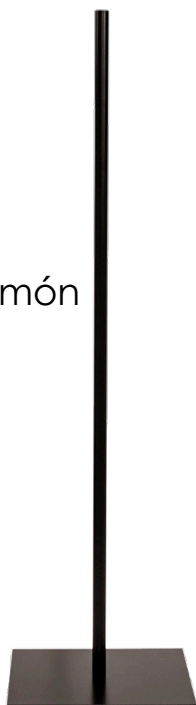


Tierra esférica

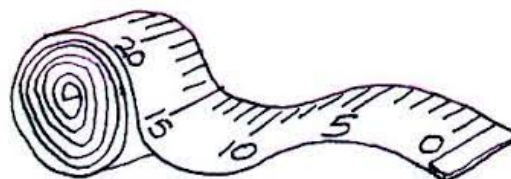


Objetivo: medir la sombra de un nomón (palo perpendicular al suelo) al mediodía solar, que son las 12:00 GMT, pero que en nuestro horario de invierno son las 13:00 locales

nomón o gnomón



plomada para garantizar la verticalidad del nomón



cinta métrica



material para apuntar



móvil para conocer nuestra latitud

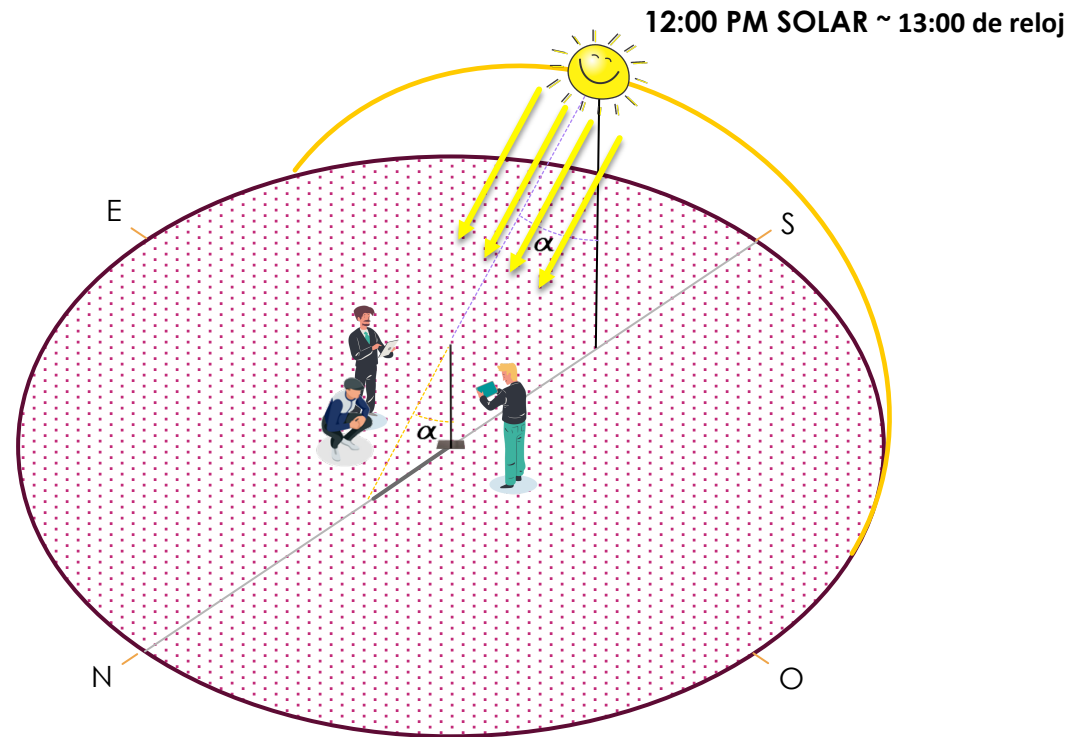


brújula para asegurar la orientación norte de la sombra del nomón

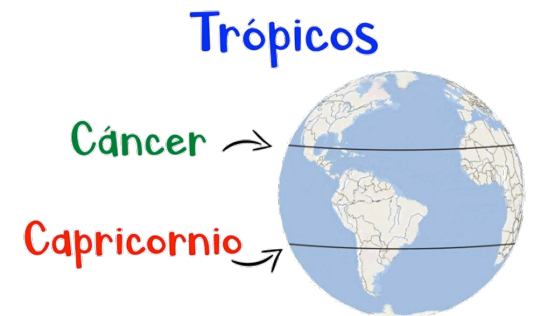
Y con ese dato y algún otro calcular el perímetro (circunferencia) y el radio y diámetro de la Tierra



La sombra de un nomón al medio día solar siempre se dirige hacia el norte en nuestra posición (en el hemisferio norte que es donde estamos en Leioa, por encima del Trópico de Cáncer)

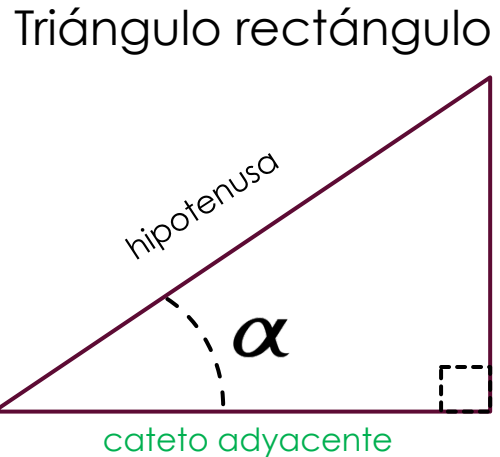
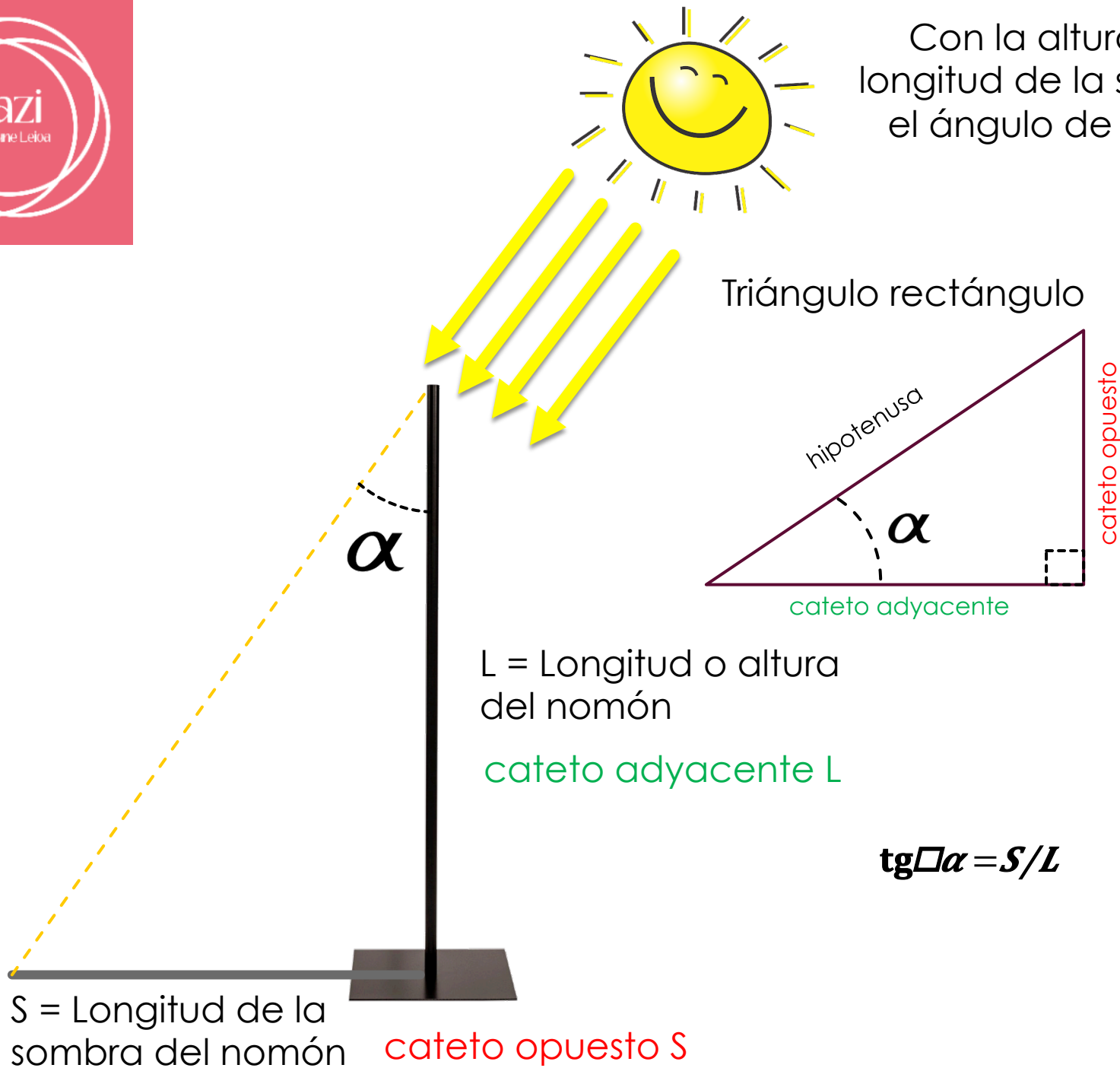


La sombra de un nomón al medio día solar se dirige hacia el norte o hacia el sur dependiendo de la latitud de nuestra posición y de la estación del año, teniendo que considerar si estamos por encima o por debajo del trópico.





Con la altura del nomón y la longitud de la sombra calculamos el ángulo de incidencia del Sol



L = Longitud o altura del nomón  
cateto adyacente L

S = Longitud de la sombra del nomón  
cateto opuesto S

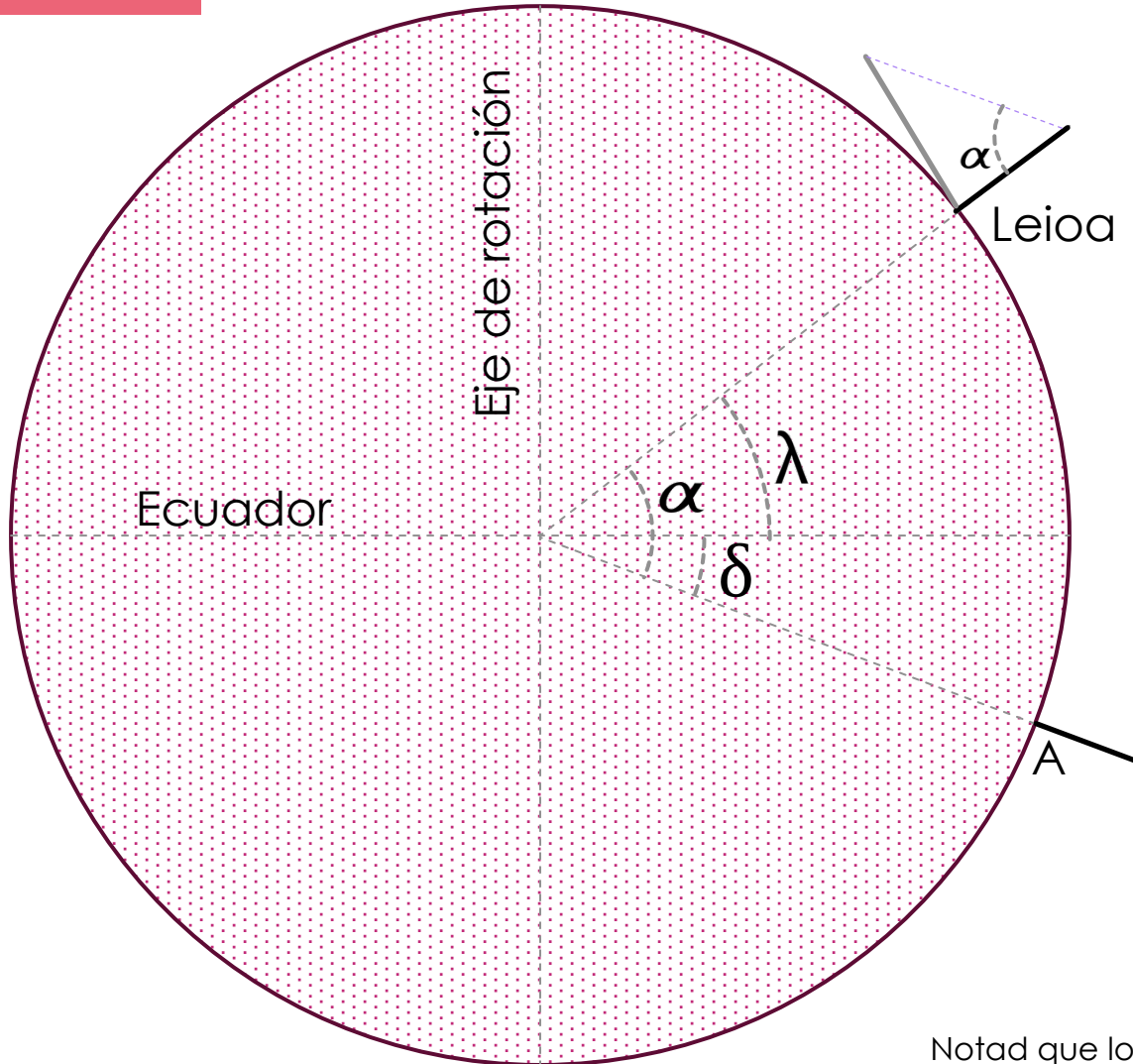
- $\text{sen} \sphericalangle \alpha = \text{cateto opuesto} / \text{hipotenusa}$
- $\text{cos} \sphericalangle \alpha = \text{cateto adyacente} / \text{hipotenusa}$
- $\text{tg} \sphericalangle \alpha = \text{cateto opuesto} / \text{cateto adyacente}$

$\text{tg} \sphericalangle \alpha = S/L \quad \longrightarrow \quad \alpha = \text{arc tg} \sphericalangle S/L$

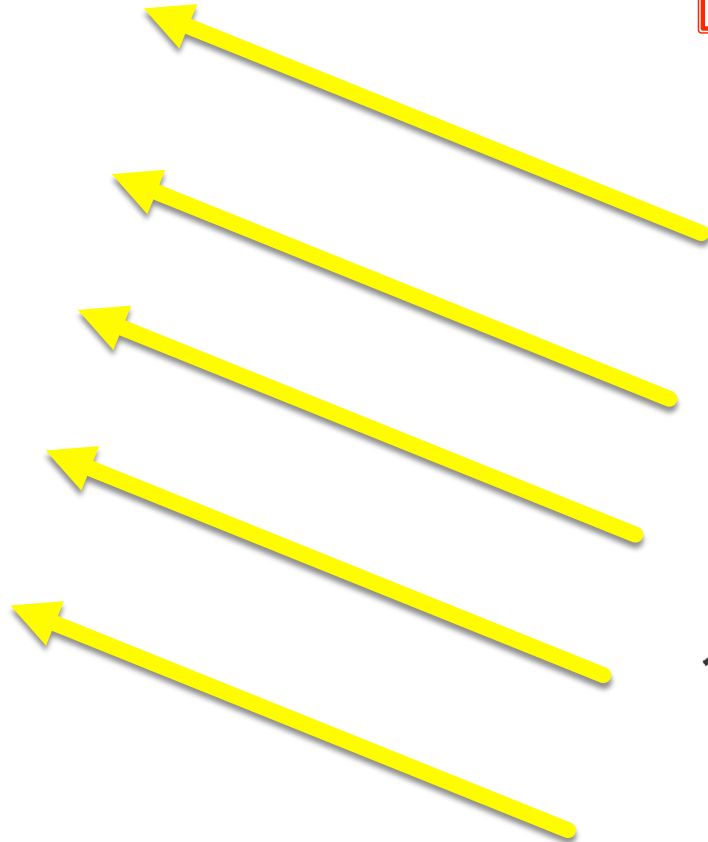


Hacemos una sección (corte) de la Tierra para poder ver como son los ángulos que nos van a permitir el cálculo.

Hay un lugar de la Tierra donde los rayos del Sol incidirán perpendicularmente. Lo llamamos punto "A". Y en Leioa debe haber sombra que hemos medido.



$$\alpha = \delta + \lambda$$

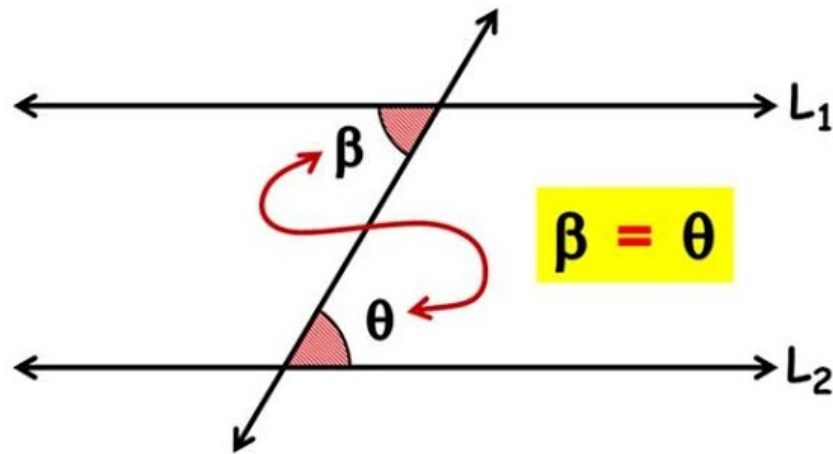


Notad que los rayos del Sol a la distancia que está los podemos considerar paralelos.

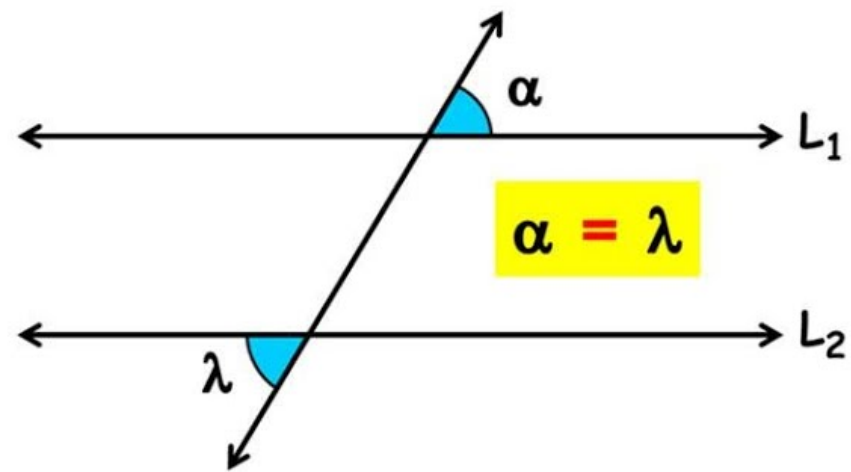


# ÁNGULOS FORMADOS POR DOS RECTAS PARALELAS Y UNA SECANTE

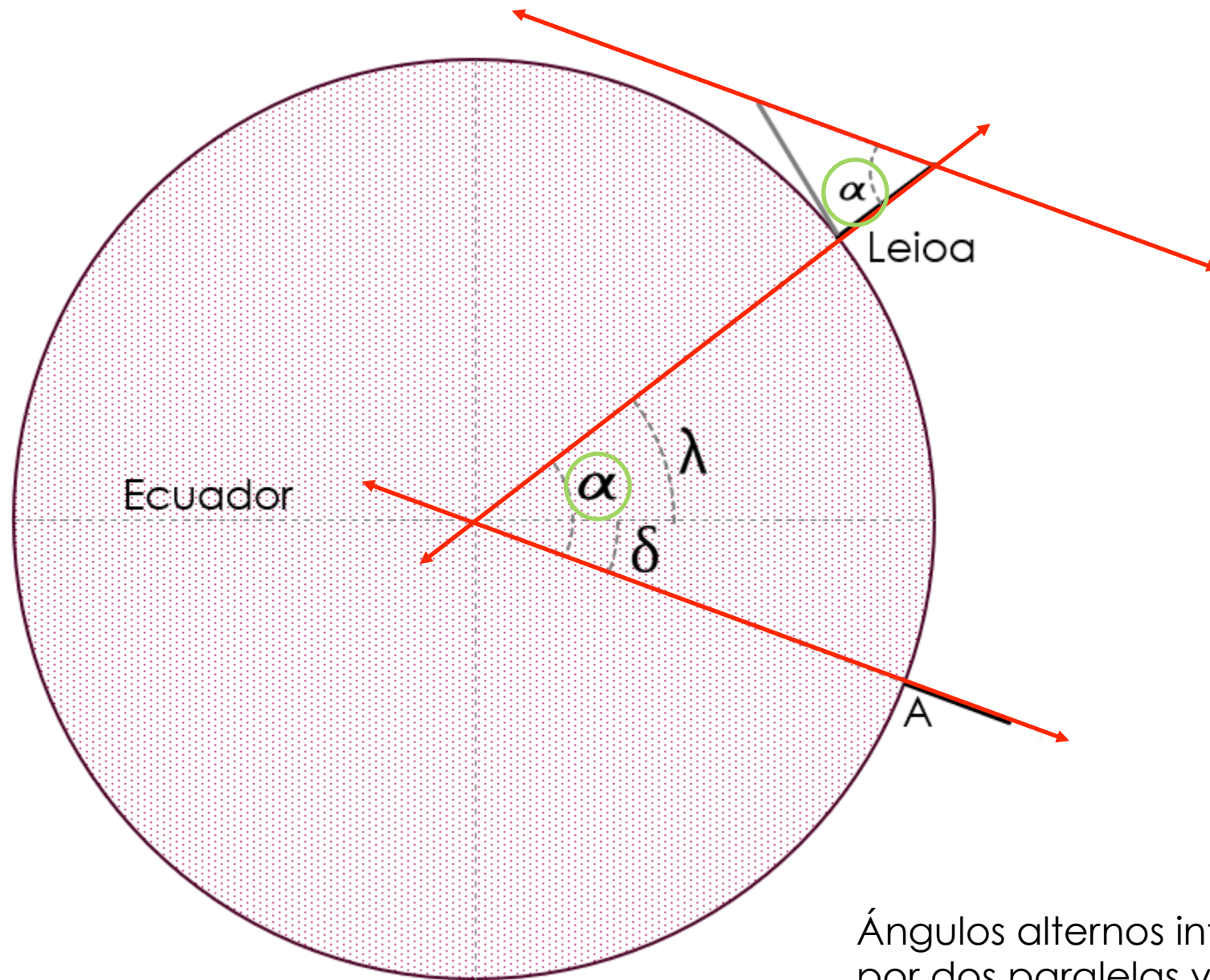
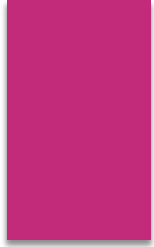
Alternos Internos



Alternos Externos

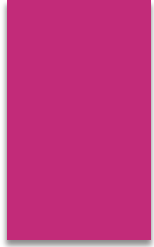




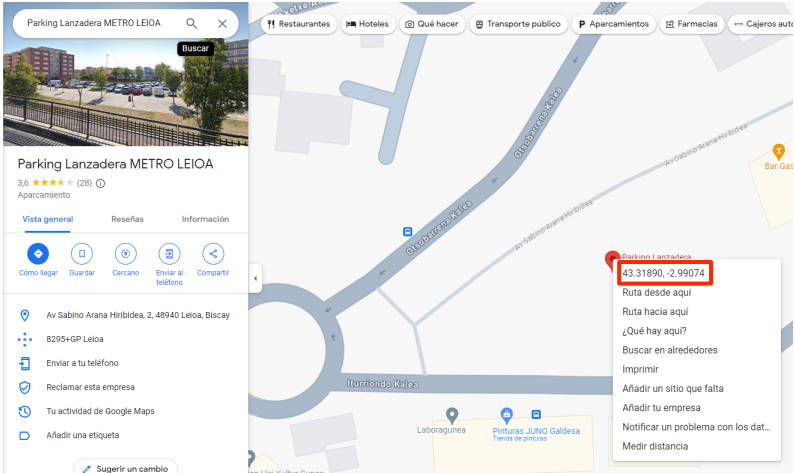
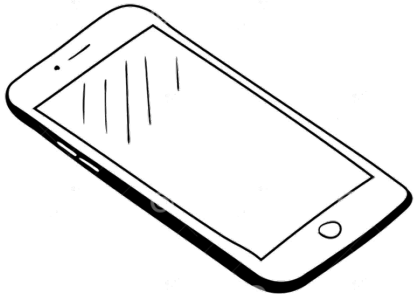
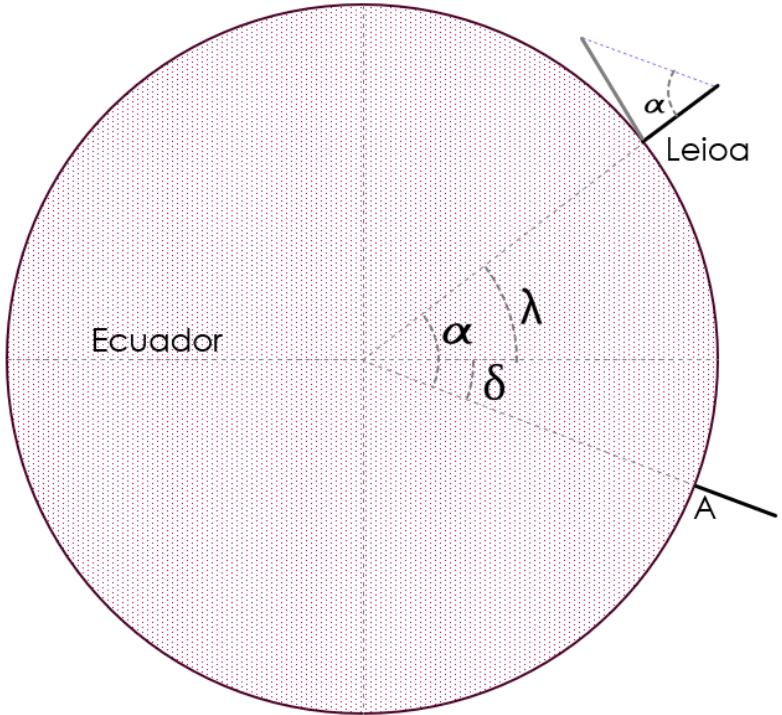


Ángulos alternos internos formados por dos paralelas y una secante

$$\alpha = \delta + \lambda$$



Pero ... ¿qué es el ángulo  $\lambda$ ?  
 El ángulo sobre el ecuador, que no es ni más ni menos que la LATITUD de nuestra posición que podemos consultar en el teléfono móvil (Google Earth, Google Maps, y más aplicaciones nos lo dan).

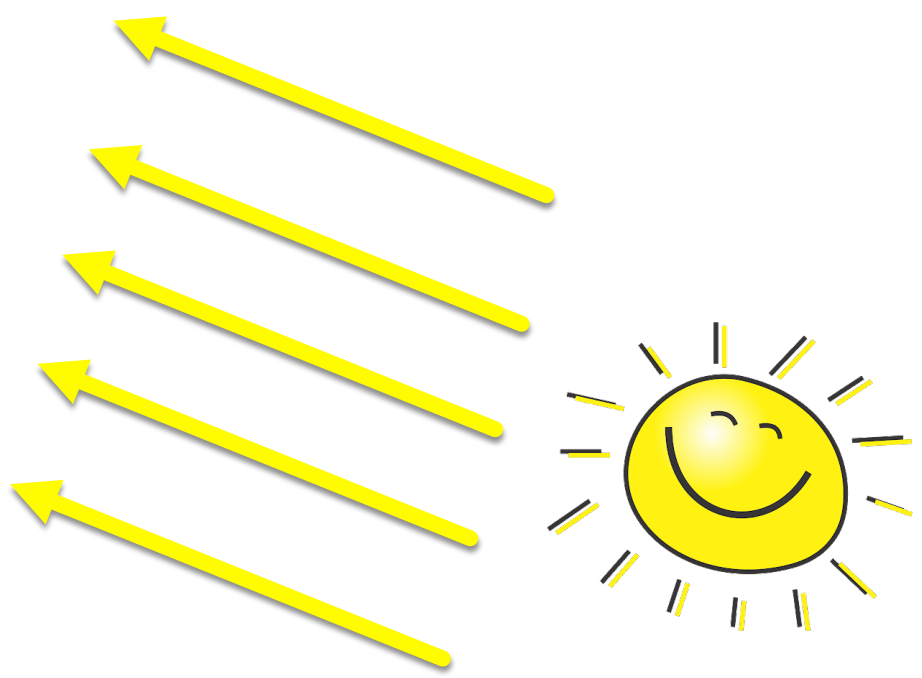
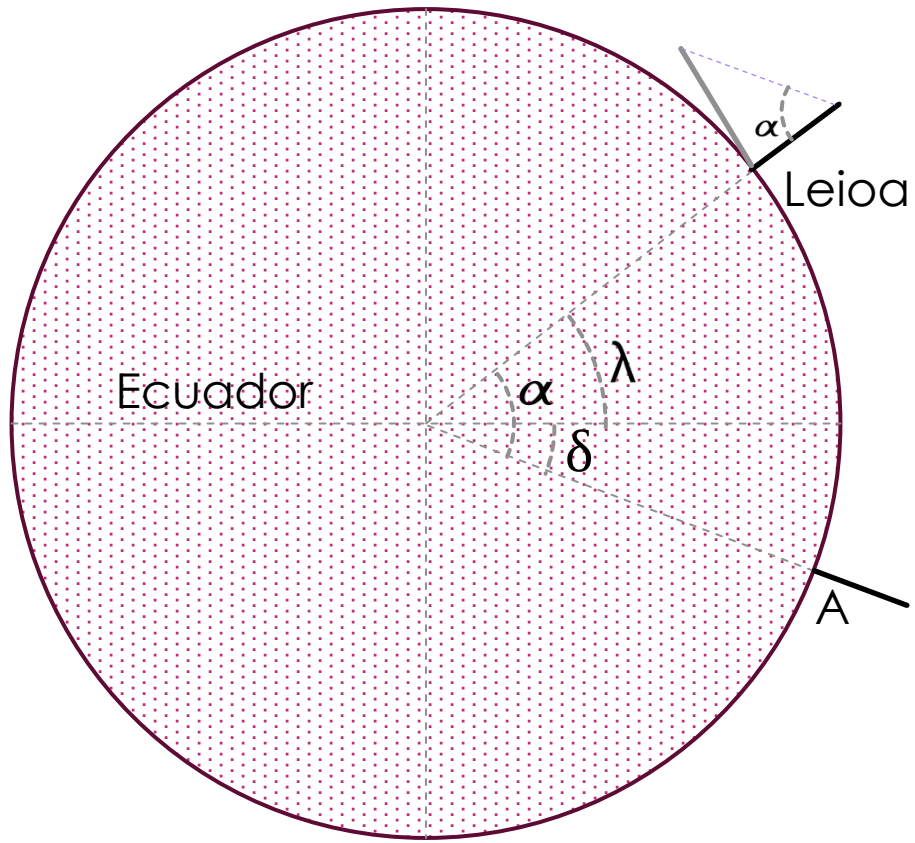
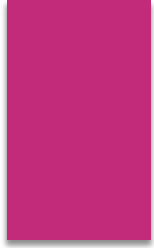


Latitud Google Maps = ?????? =  $\lambda$

dará como 40 y tantos grados



Ya conocemos los ángulos  $\alpha$  y  $\lambda$ , así que podemos calcular  $\delta$  que es la declinación (incidencia) solar justo ese día (ángulo del Sol sobre el ecuador).



$$\alpha = \delta + \lambda$$



$$\delta = \alpha - \lambda$$



Y ya solo nos queda conocer **la distancia entre Leioa y el punto A (d)** donde ese día el Sol cae vertical a las 12:00 solares.  
Eso lo vamos a hacer con **Google Earth**.



1. Marcamos el punto donde ponemos el nomón en el mapa (el mismo con el que hemos sacado la latitud,  $\lambda$ ) con una “chincheta” o marcador.
2. Tomamos la LONGITUD de ese punto. Será un número bajito entre 2 y 3°.
3. Con la latitud  $\delta$  calculada y esa longitud situaremos el punto A.  
Coordenadas ( $\delta$ , longitud de A). Ponemos otra “chincheta” o marcador.
4. Con la herramienta “Regla” nos situamos sobre la primera chincheta (Leioa) y nos desplazamos con el ratón hasta la segunda chincheta (A, lugar donde el Sol cae perpendicularmente).
5. Se nos indica en una ventana la distancia (d) que hay entre ambos lugares (en km).



Medida de la distancia entre Leioa y el punto A (d).  
Eso lo vamos a hacer con Google Earth.





Ahora solo hay que hacer una proporción o regla de tres directa:

$$\alpha/360 = d/P$$

siendo  $P$  el perímetro de la Tierra. Y calculamos el valor que nos falta  $P$ :

$$P = 360 * d / \alpha$$

Como la longitud de la circunferencia es  $L = \pi D$ , siendo  $D$  el diámetro de la Tierra, y sustituimos  $L$  por  $P$  (perímetro o circunferencia de la Tierra) y obtenemos:

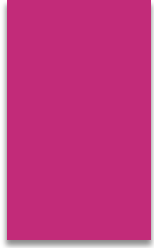
$$D = P / \pi$$

A ver como os han salido los cálculos ...



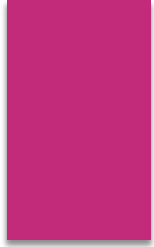


Erastóstenesek egin bazuen...Guk Leioan ere bai!!!

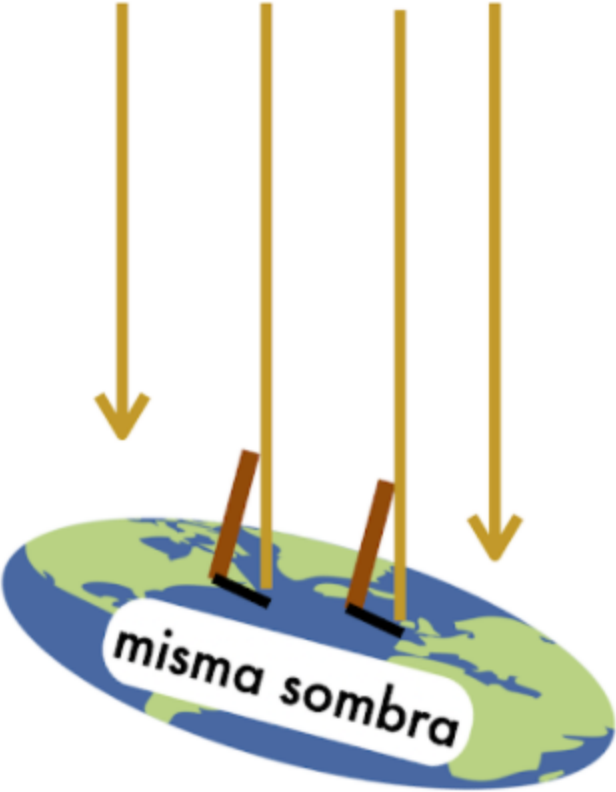








# Rayos del Sol



Tierra plana

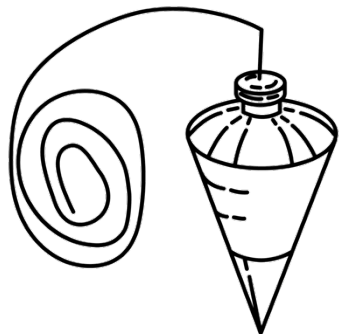
# Rayos del Sol



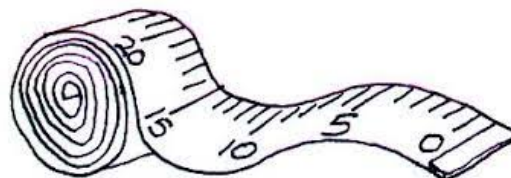
Tierra esférica



**Helburua: nomom (zoruarekiko perpendikularra den makila) baten itzala neurtzea eguzkiko eguerdian, 12:00 GMT, baina gure neguko ordutegian 13:00etan direna.**



Plomua nomon-en bertikaltasun ziurtatzeko



zinta metrikoa

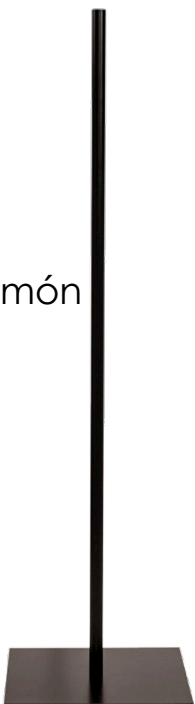


Idazteko materiala



Gure latitutea ezagutzeko telefono bat

Nomón edo gnomón



Iparorratza iparreko norabidea ikusteko nomonen itzalean

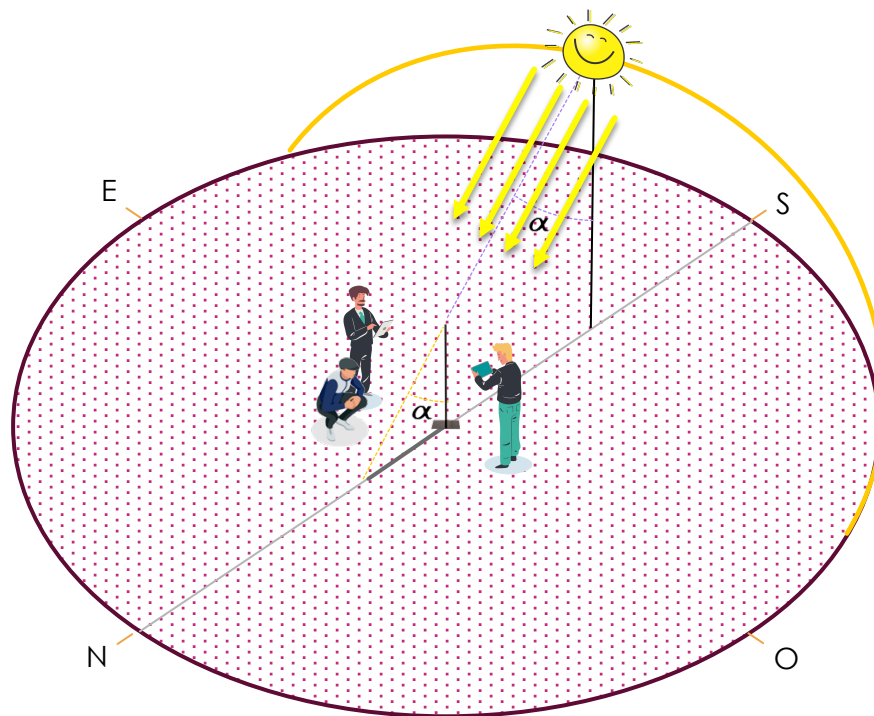
**Eta datu honekin eta beste batzuekin Lurraren perimetroa (zirkunferentzia), erradioa eta diametroa neurtuko dugu.**



# Nomonen itzala eguzkiko eguerdian beti zuzentzen da Iparraldera gure kokagunetik (Ipar hemisferioan gauden lekuan dena, Kanzer tropikoren gainetik)

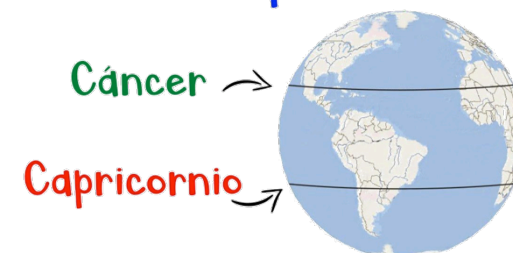


12:00 PM ~ Erlojuko 13:00



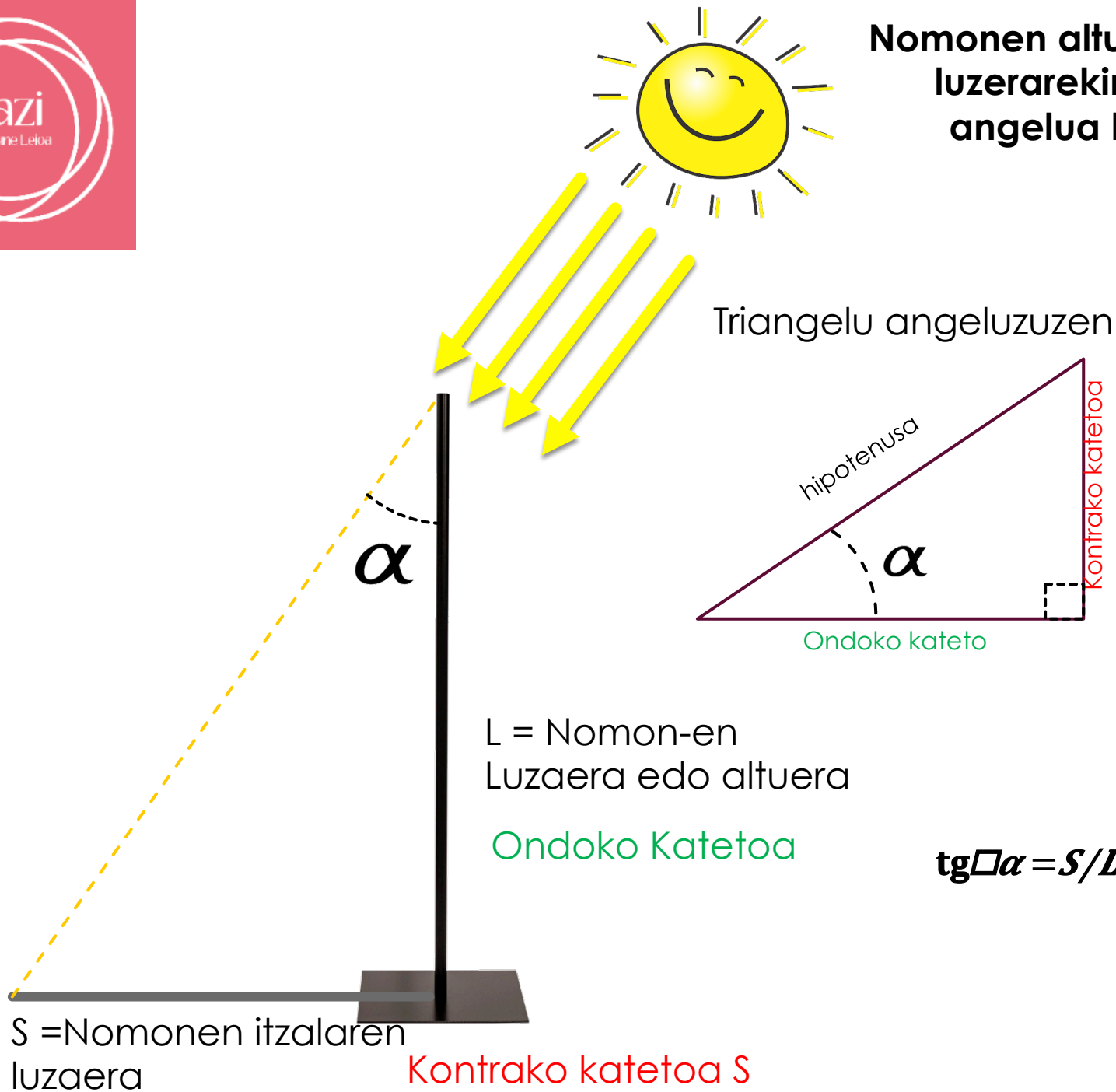
Nomon-en itzala eguzkiko eguerdian iparraldera edo hegoaldera zuzentzen da gure kokapena eta urtaroaren arabera, kontuan hartu behar dugu Kanzer tropikoaren gainetik edo azpitik bagaude.

Trópicos





# Nomonen altuerarekin eta itzalaren luzerarekin Eguzkiren eraso-angelua kalkulatuko dugu



$$\sin \alpha = \text{cateto opuesto} / \text{hipotenusa}$$

$$\cos \alpha = \text{cateto adyacente} / \text{hipotenusa}$$

$$\text{tg} \alpha = \text{cateto opuesto} / \text{cateto adyacente}$$

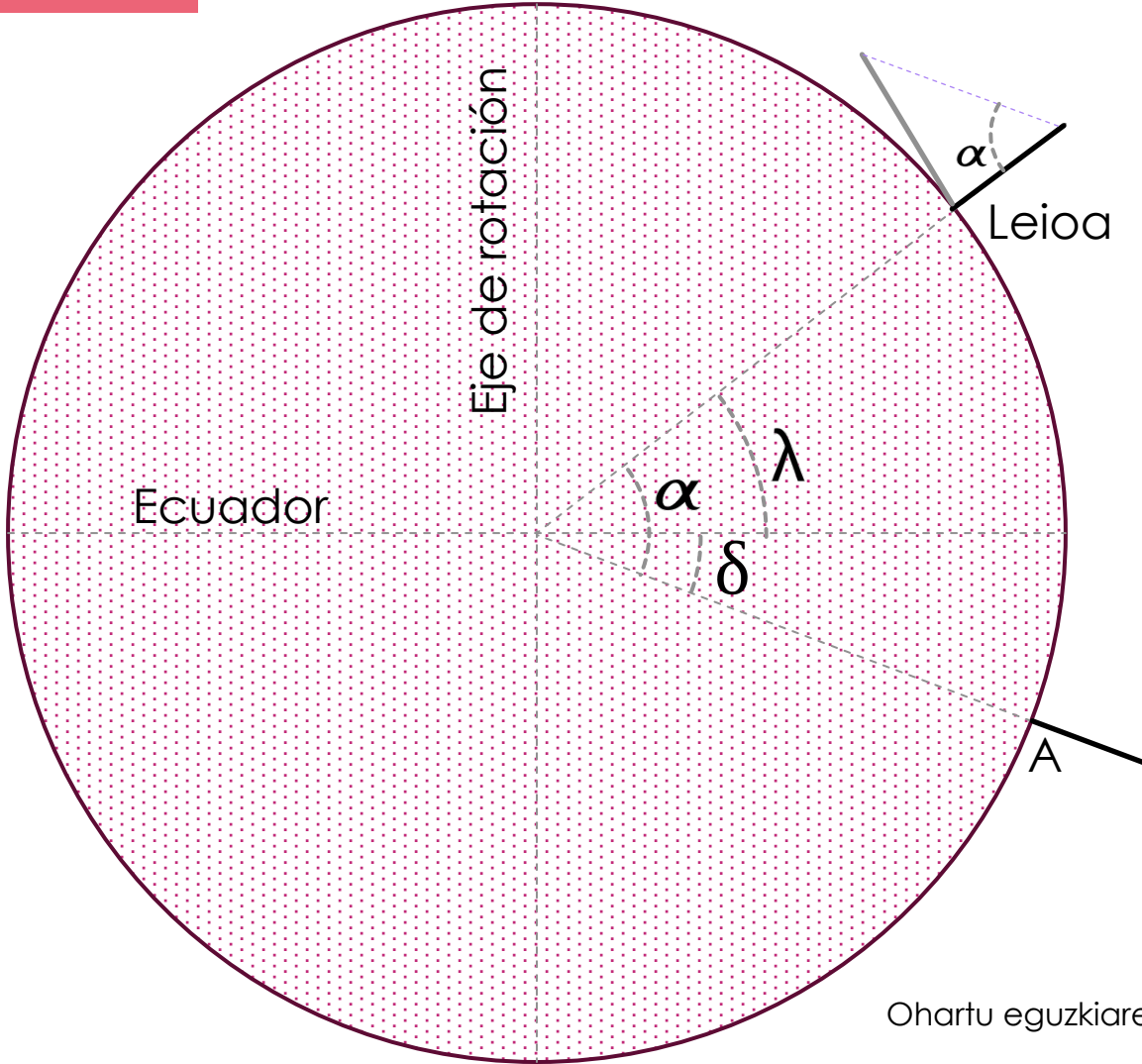
$$\text{tg} \alpha = S/L$$



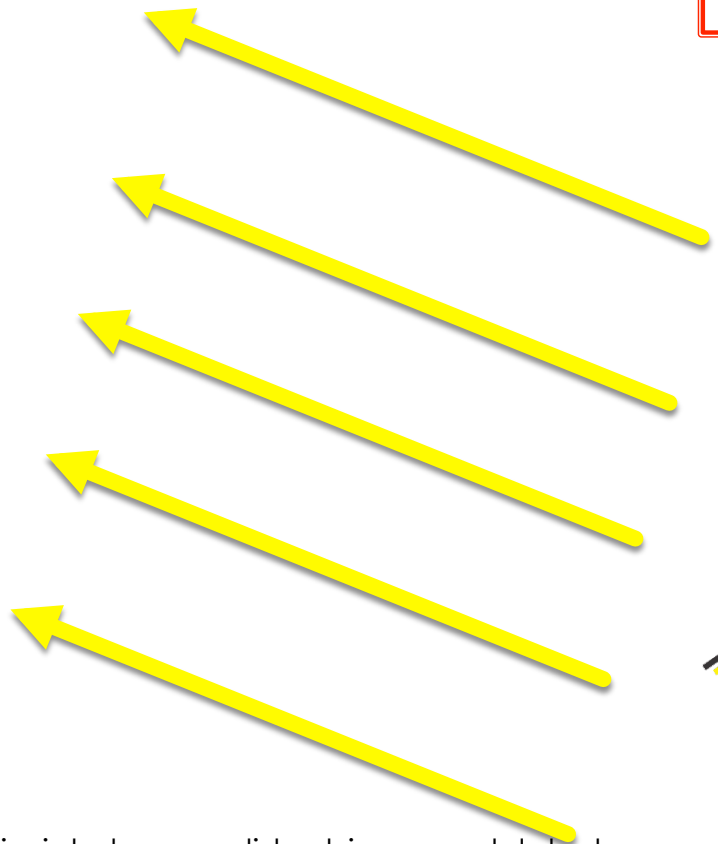
$$\alpha = \text{arc tg} S/L$$



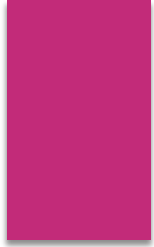
Lurraren sekzio (ebaki) bat egiten dugu, kalkulua ahalbidetuko diguten angeluak nolakoak diren ikusi ahal izateko. Lurreko leku batean eguzkiaren izpiek eragin perpendikularra izango dute. "A" puntua deitzen diogu. Eta Leioan itzala neurtu dugu.



$$\alpha = \delta + \lambda$$

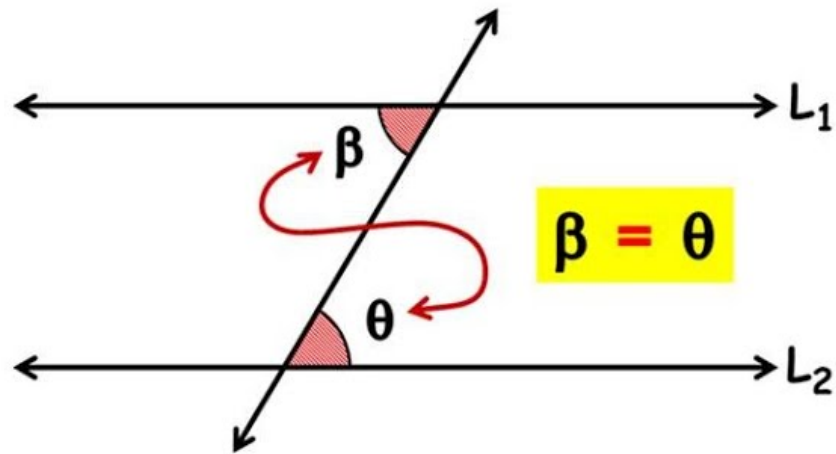


Ohartu eguzkiaren izpiak dagoen distantziara paralelotzat har ditzakegula.

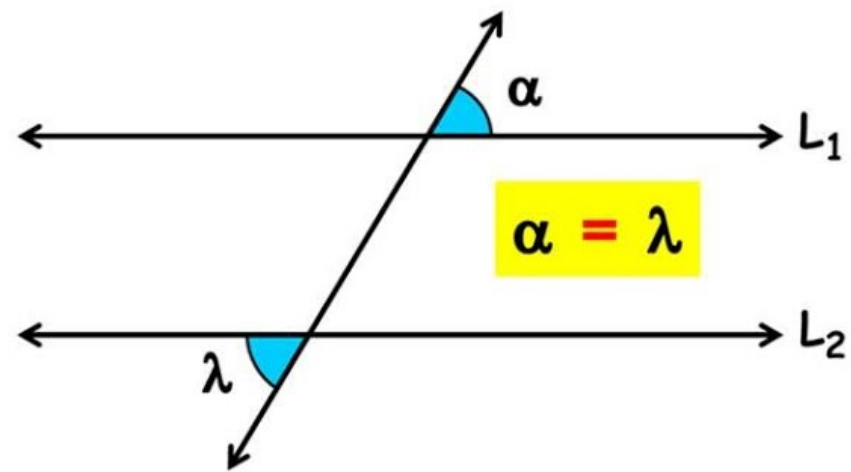


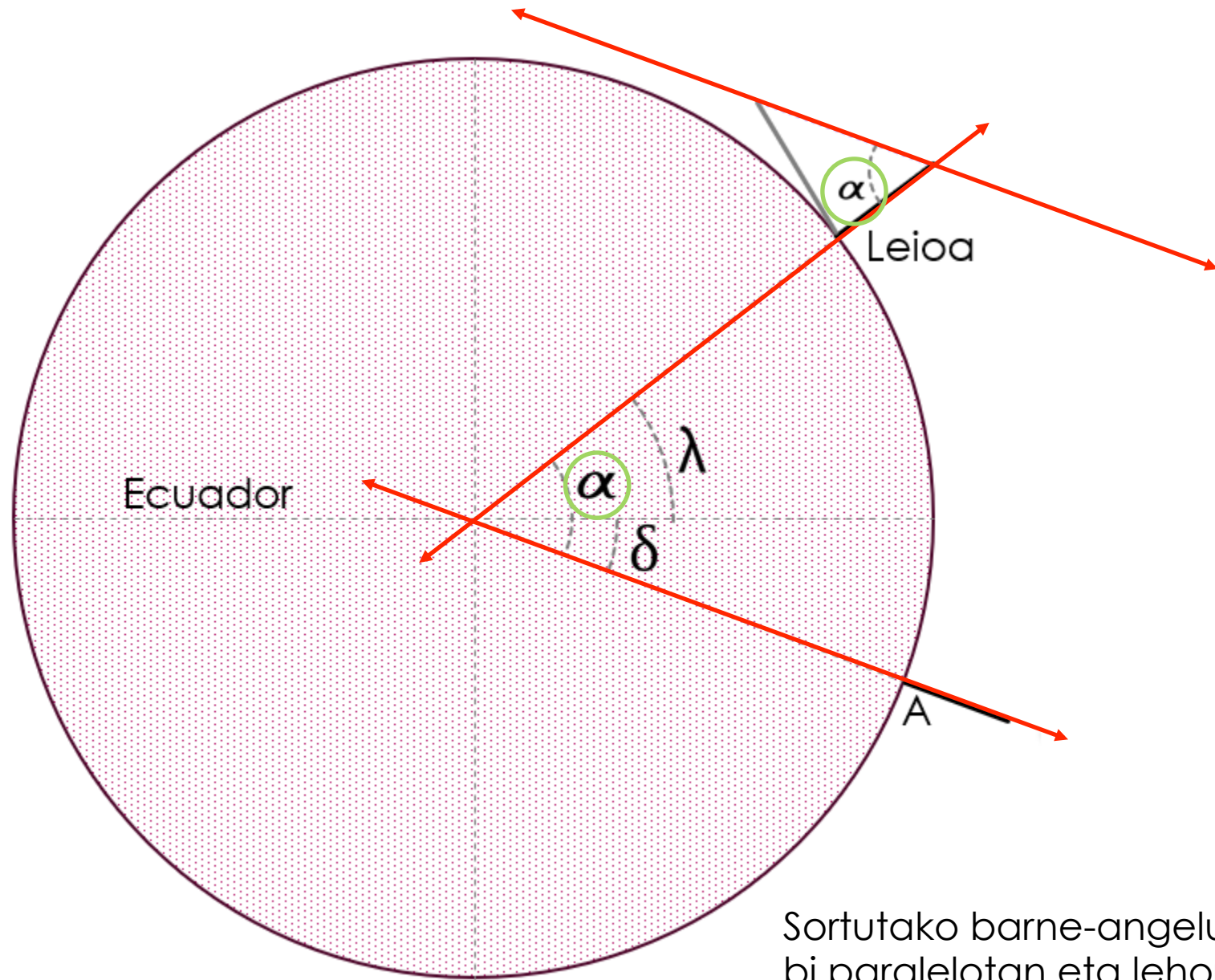
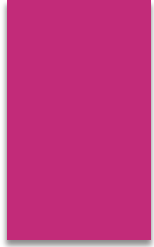
# ÁNGULOS FORMADOS POR DOS RECTAS PARALELAS Y UNA SECANTE

Alternos Internos



Alternos Externos





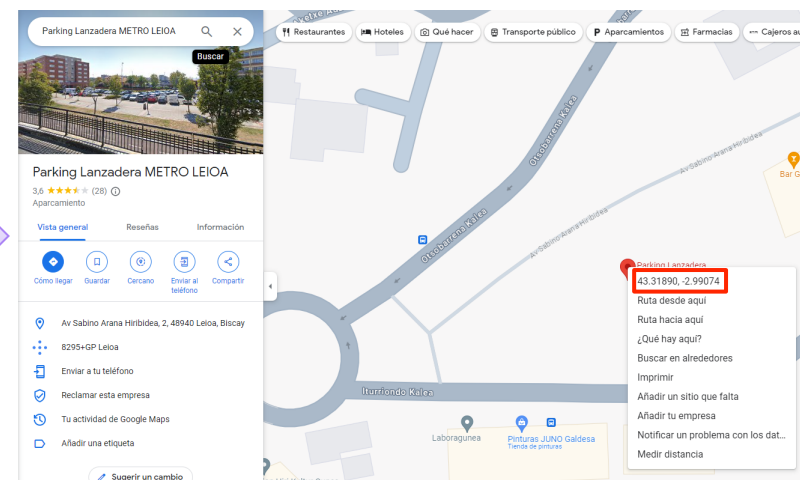
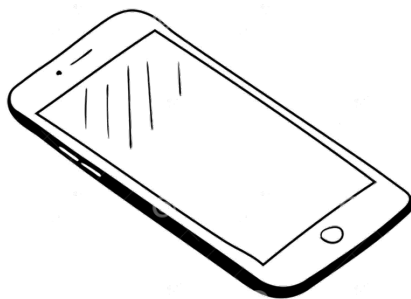
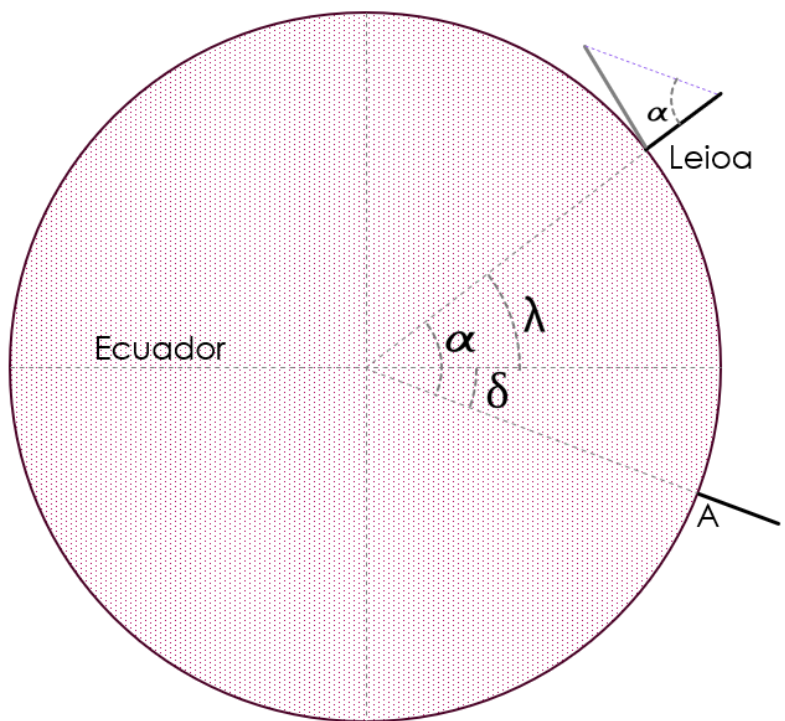
Sortutako barne-angelu txandakatuak  
bi paralelotan eta lehorketa batean



$$\alpha = \delta + \lambda$$



**Baina... zer da angelua?**  
**Ekuatorearen gaineko angelua, telefono mugikorrean kontsulta dezakegun gure posizioaren LATITUDEA baino ez dena (Google Earth, Google Maps, eta aplikazio gehiagok ematen digute).**



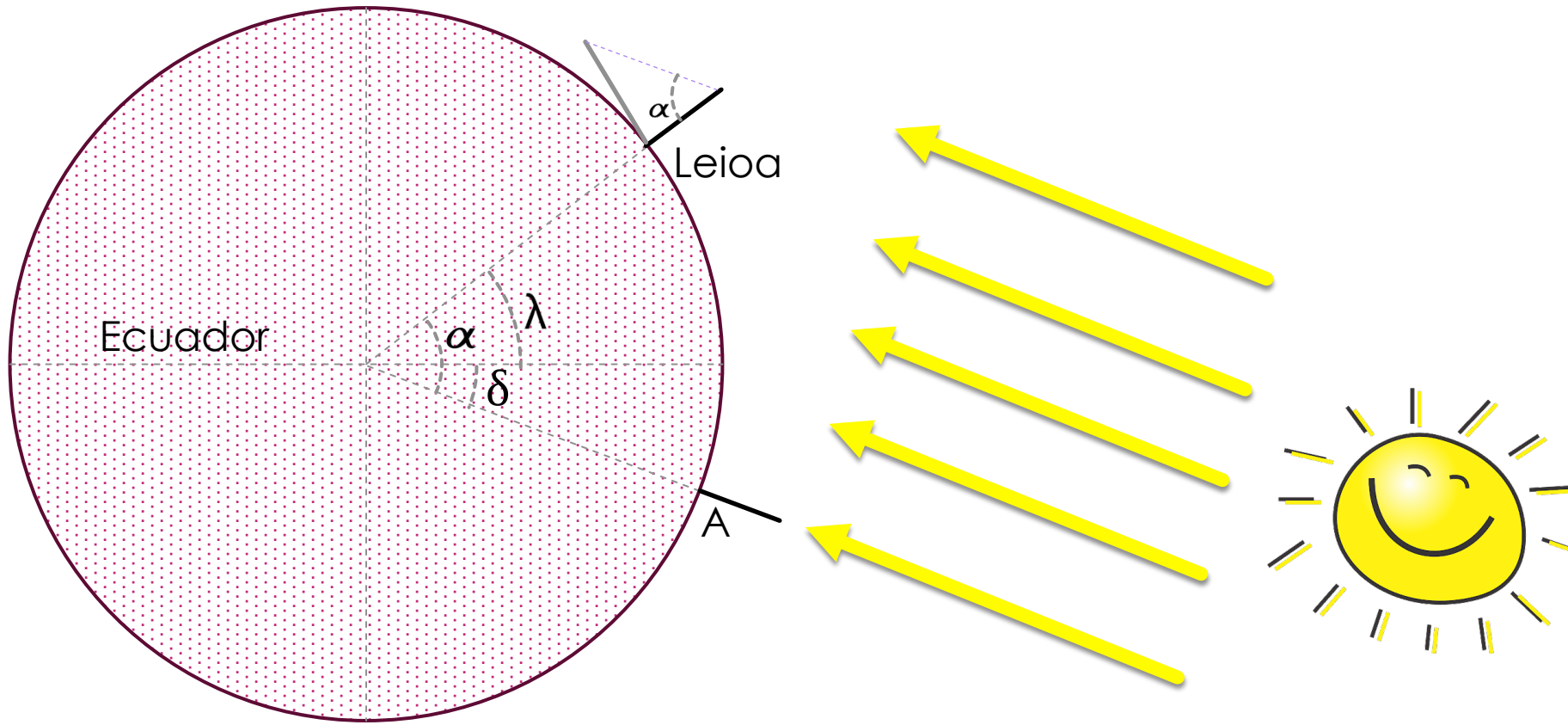
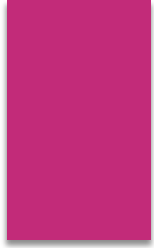
Latitude Google Maps = ????? =

40 gradu inguru emango du





Angeluak ezagutzen ditugu eta, beraz, kalkula dezakegu eguzki-deklinabidea (intzidentzia) dela egun horretan (Eguzkiaren angelua ekuatorean).



$$\alpha = \delta + \lambda$$



$$\delta = \alpha - \lambda$$



**Angeluak ezagutzen ditugu eta, beraz, kalkula dezakegu eguzki-deklinabidea (intzidentzia) dela egun horretan (Eguzkiaren angelua ekuatorean).**

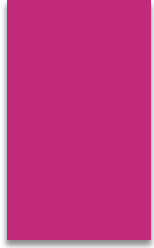


1. Mapan nomon jarri dugun lekua markatuko dugu (latitueda ateratzeko erabili duguna), puntu batekin.
2. Puntu honetako longitueda hartzen dugu. Zenbaki baxua izango da  $2^\circ$  eta  $3^\circ$  artean.
3. Longitueda honekin eta kalkulatu dugun latituedarekin A puntua kokatuko dugu.
4. “Erregela” tresnarekin lehengo puntua aukeratzen dugu (Leioa) eta arratoiarekin bigarren puntua markatuko dugu (A, Eguzkiak zut erortzen den lekuan)
5. Leioa batean bi lekuen arteko distantzia agertuko da (d)



Leioa eta A (d) puntuen arteko distantziaren neurketa.  
Hori Google Earthekin egingo dugu.





Orain proportzio edo erregela zuzen bat baino ez da egin behar:

P Lurraren perimetroa izanik. Eta P falta zaigun balioa kalkulatzeko dugu:

Zirkunferentziaren luzera  $L =$ ,  $D$  denez Lurraren diametroa,  $L$ -ren ordean  $P$  jarriko dugu (Lurraren perimetroa edo zirkunferentzia), eta honako hauek lortuko ditugu:

Ea nola aterata zaizkizuen kalkuluak...