

Ay ve Güneş Tutulmaları Üzerine Bir Araştırma

Rosa M. Ros

*International Astronomical Union
Technical University of Catalonia, Spain*



Amaçlar

- Ay'ın farklı evrelerinin nedenini anlamak
- Ay tutulmalarının nedenini anlamak
- Güneş tutulmalarının neden olduğunu anlamak
- Dünya-Ay-Güneş sisteminin mesafelerini ve çaplarını belirlemek



Işıkların ve gölgelerin görüntülenmesi

- Dünya-Ay-Güneş Sistemi:
Evreler ve tutulmalar
- Göreceli konumlar ve
gölgeler



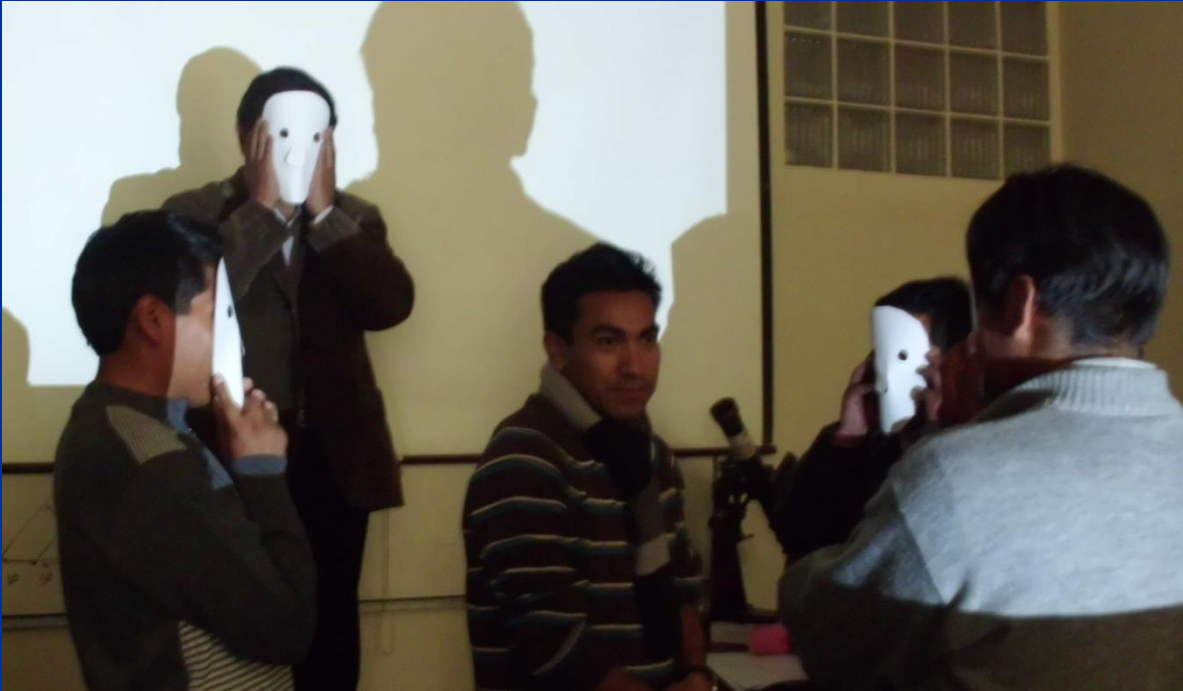
Etkinlik 1: Ay'ın uzak yüzünün modellenmesi

- 2 Gönüllü: Biri merkezde (Dünya) ve diğeri onun etrafında dönüyor (Ay)
- Ay'ı Dünya'ya bakacak şekilde yerleştirin ve Dünya'nın etrafında 90° dönmesini sağlayın ve kendisini de 90° döndürün. Başlangıç pozisyonuna ulaşılan kadar işlemi tekrarlayın



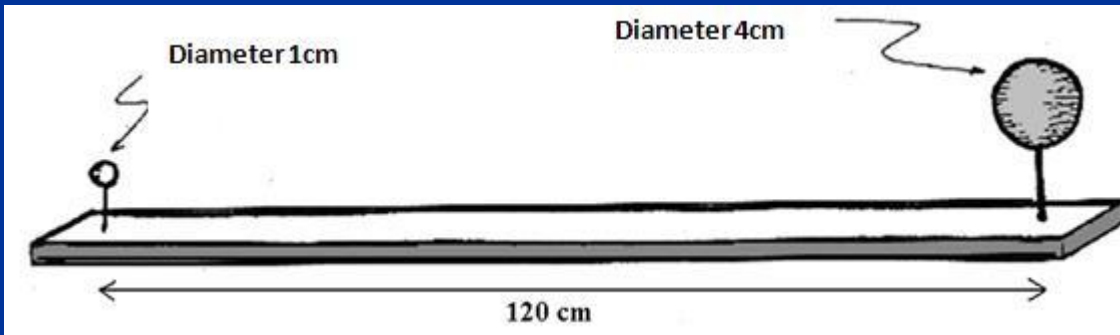
Etkinlik 2: Ay'ın evrelerini açıklamak için fener (Güneş) kullanarak modelleme

- 5 Gönüllü: Biri merkezde (Dünya) ve diğer 4 kişi Ay'ın 4 evresini maskelerle simüle eder (1 tamamen aydınlatılmış, 2 kısmen aydınlatılmış ve 1 tamamen karanlık)



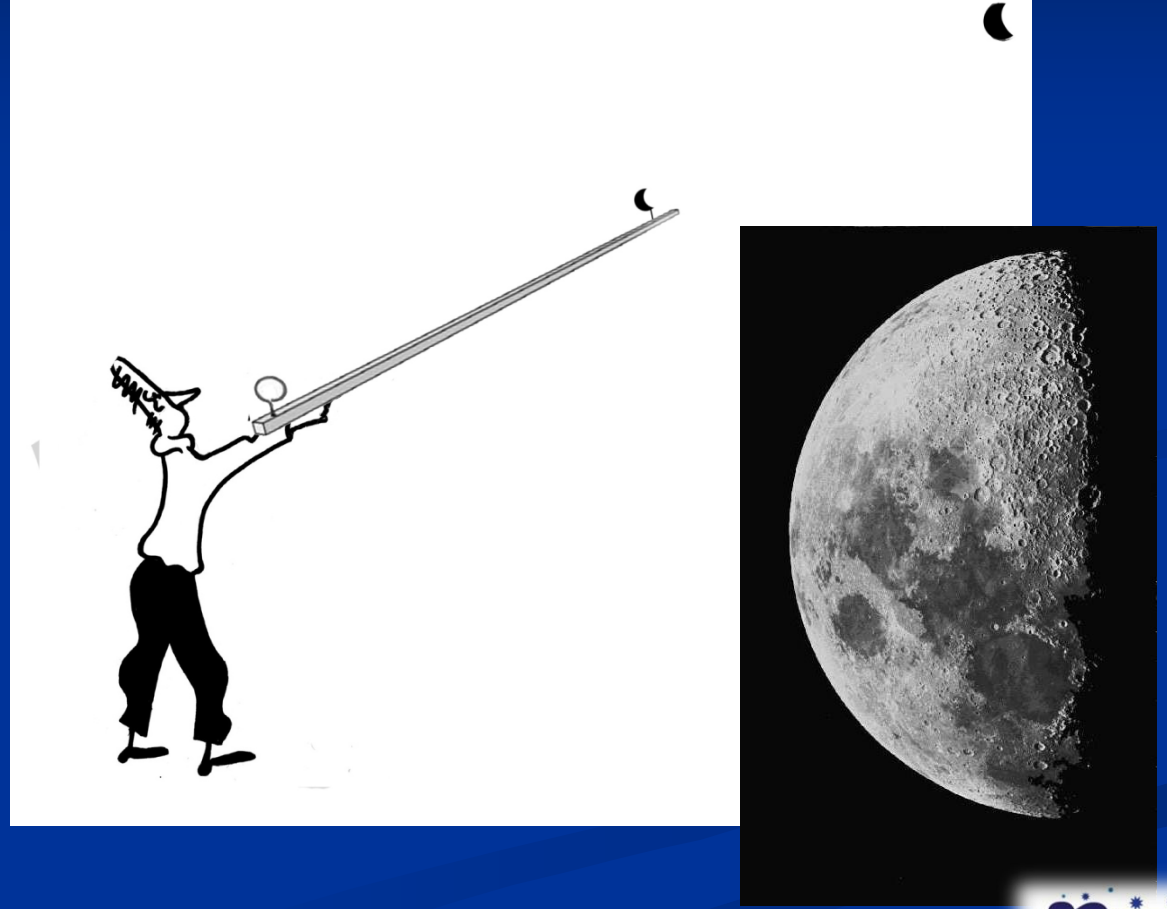
Dünya-Ay-Güneş sisteminin uzaklıkları ve çapları

Dünya'nın çapı	12 800 km		4 cm
Ay'ın çapı	3 500 km		1 cm
D-A Mesafesi	384 000 km		120 cm
Güneş'in çapı	1 400 000 km		440 cm = 4.4 m
D-G Mesafesi	150 000 000 km		47 000 cm = 0.47 km



Etkinlik 3: Ay'ın evrelerinin simüle edilmesi

- Ay'ın modelini Ay'a doğru tutun, böylece aynı evreleri görebilirsiniz

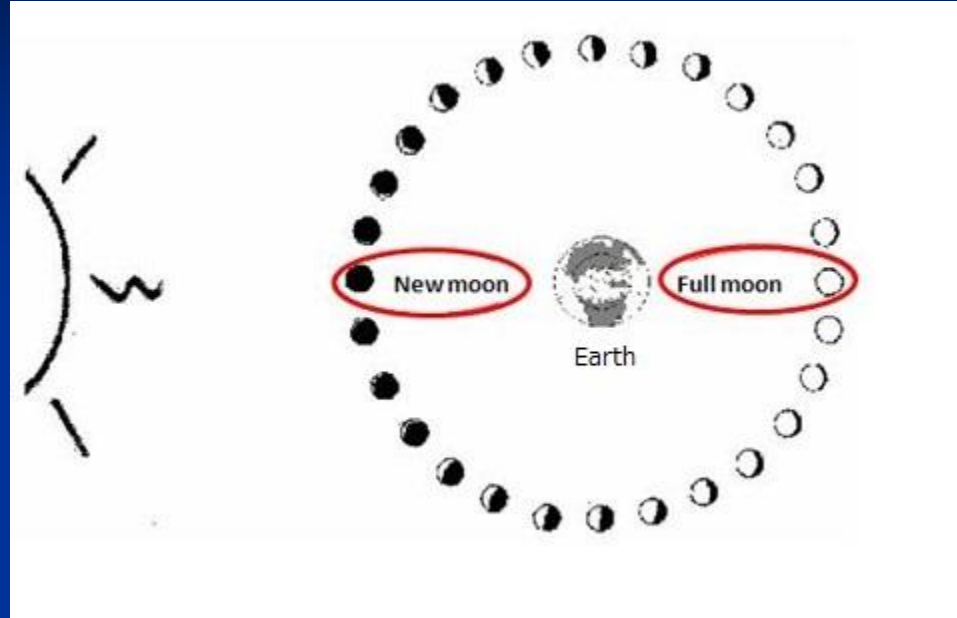


Activity 4: Örnekleme hataları



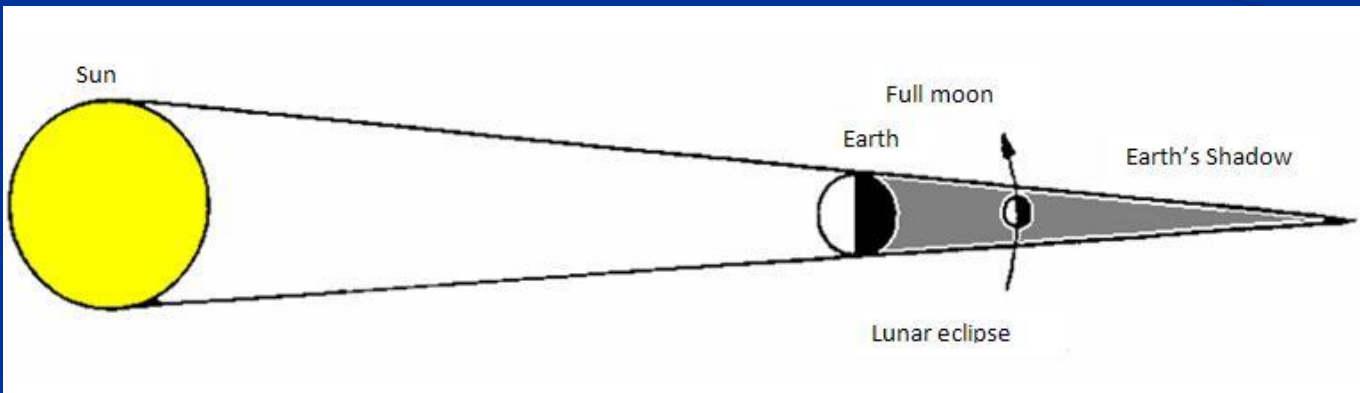
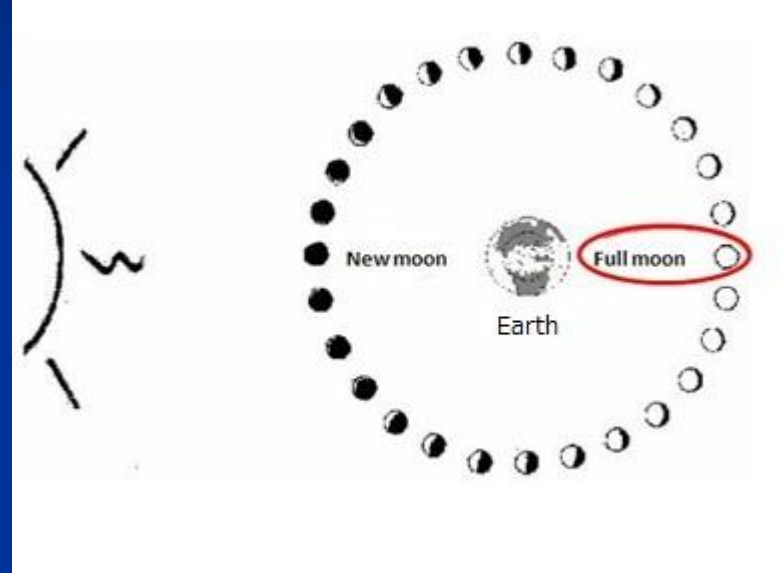
- Ay'ın evreleri Güneş'in evrelerine bağlıdır

Ay'ın evreleri ve tutulmalar

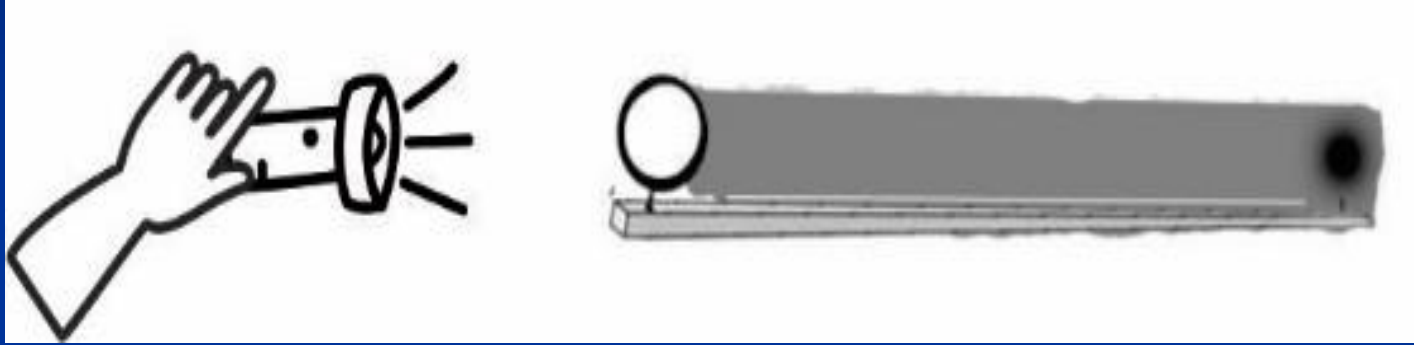


Etkinlik 5: Ay Tutulmaları

- Ay tutulmaları
Ay yalnızca
dolunay
evresindeyken
gerçekleşir



Etkinlik 5: Ay tutulmasının simülasyonu



Etkinlik 5: Bir Ay tutulması örneđi



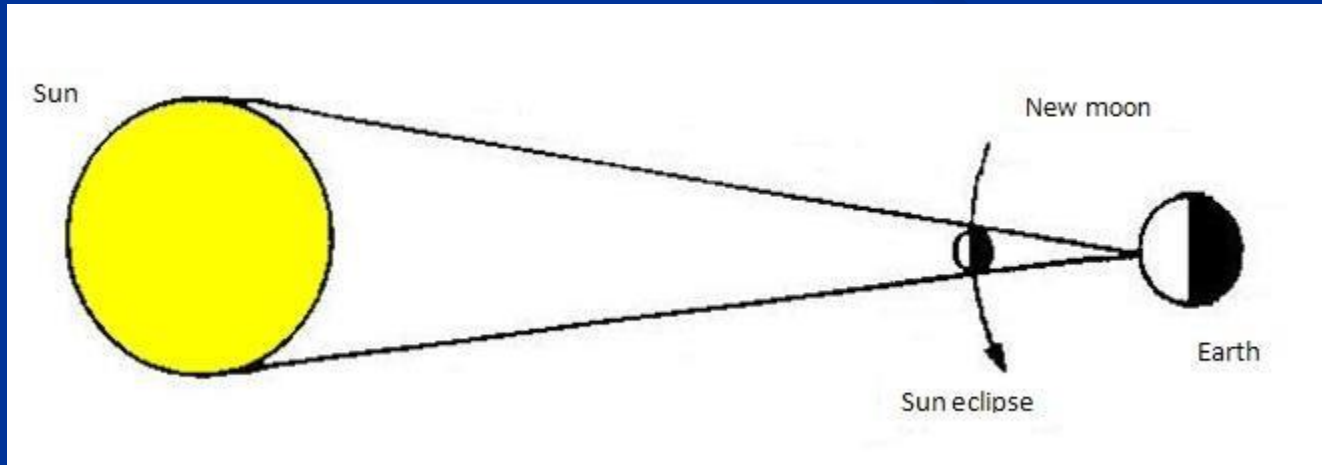
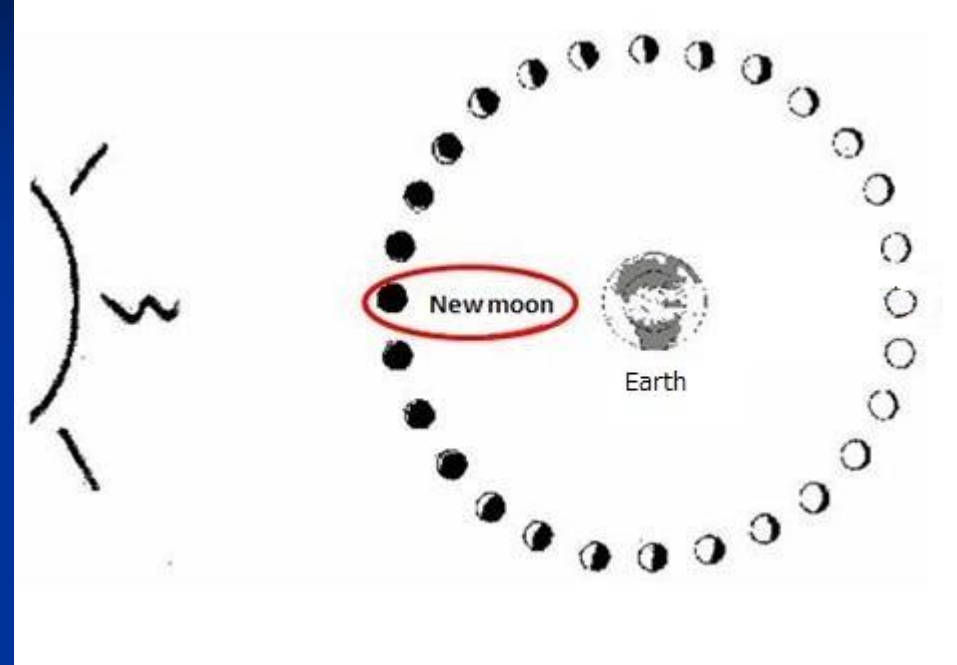
Etkinlik 5: Bir Ay tutulması örneđi

- Ay tutulmaları Dünya'nın bir yarısındakiiler tarafından gözlemlenebilir (Karanlık kısım)

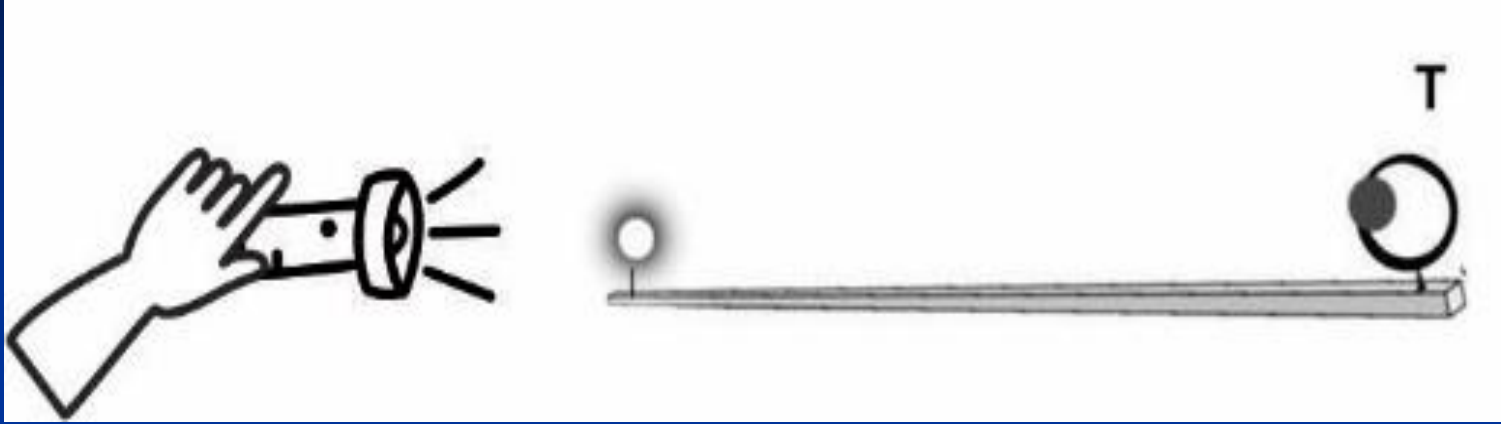


Etkinlik 6: Güneş Tutulması

- Güneş tutulmaları yalnızca Ay yeni ay evresindeyken gerçekleşir



Etkinlik 6: Güneş tutulmasının simülasyonu



Güneş Tutulmasının detayları

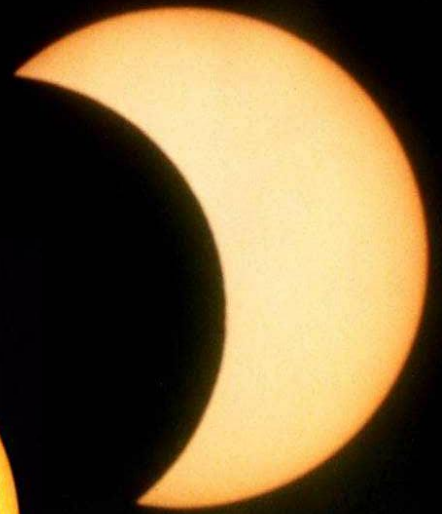
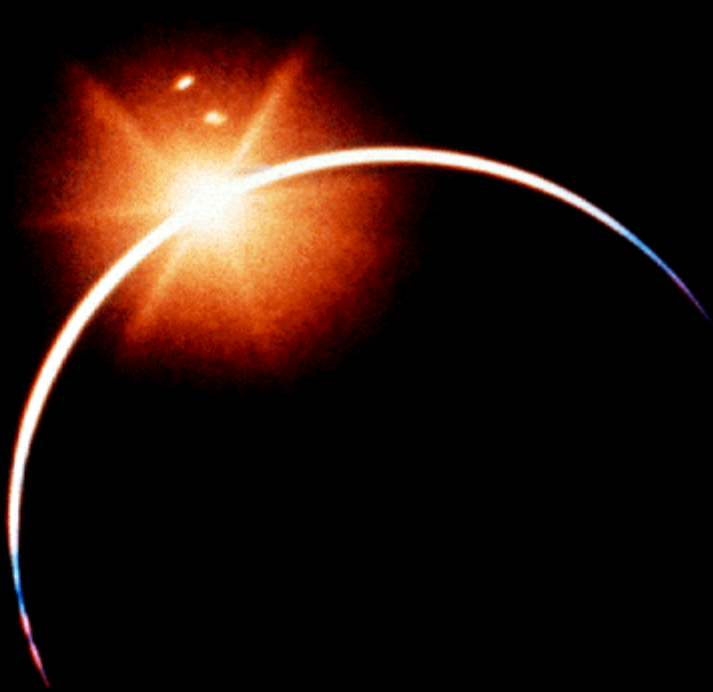
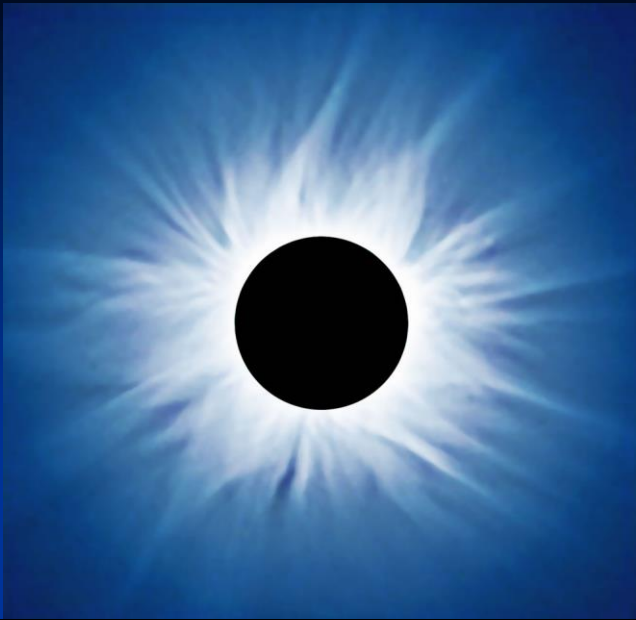




Etkinlik 6: Güneş Tutulması

- Güneş tutulmaları Dünya'nın yalnızca küçük bir bölgesinden gözlemlenebilir





Tüm hislerin farkındayız..



Gözlemler

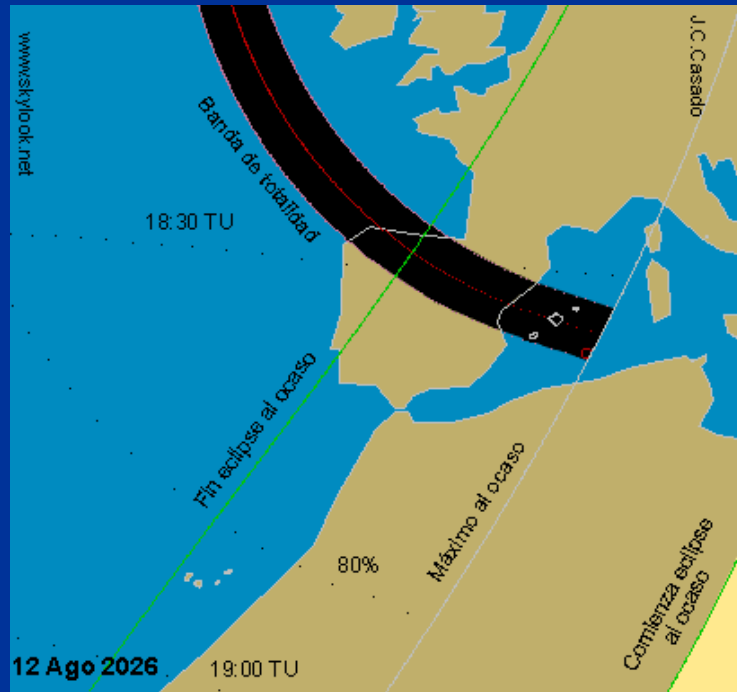
- Dolunay varken ay tutulması
ve Yeni Ay olduğunda güneş tutulması gözlemlenir
- Güneş tutulması Dünya'nın sadece küçük bir
bölgesinde görülür

Dünya ve Ay'ın "tam hizalı" olması çok zordur, bu nedenle her yeni ay veya dolunay olduğunda bir tutulma meydana gelmez.



Sonuç olarak bazı örnekler

- İspanya'da sonraki Güneş tutulması: 12 Ağustos 2026 (önceki 2004'te farklı bir bölgedeydi)



- Her yıl en fazla 3 Ay tutulması gerçekleşmektedir



Güneşe olan mesafeleri somutlaştırmak ve daha iyi anlamak için mesafeler ve çaplar

Dünya'nın çapı	12 800 km		2.1 cm
Ay'ın çapı	3 500 km		0.6 cm
D-A Mesafesi	384 000 km		60 cm
Güneş'in çapı	1 400 000 km		220 cm
D-G Mesafesi	150 000 000 km		235 m

Güneş'i boyamak



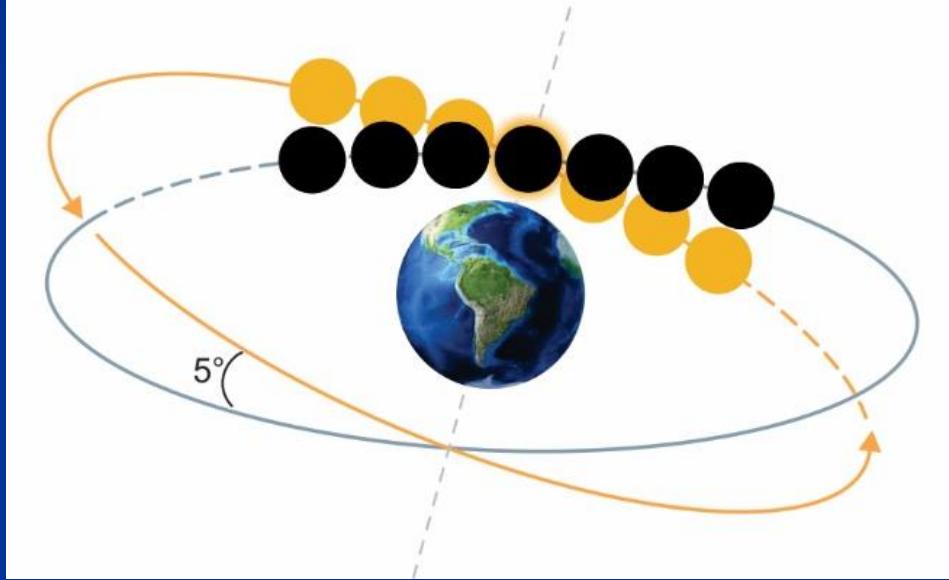
Etkinlik 7: Büyük Güneş'i küçük Ay gibi göstermek



Her ay yeni Ay ve dolunay oluyorsa... Neden
her ay Güneş tutulması ve Ay tutulması
olmuyor?



Çünkü... Dünyanın Güneş etrafındaki düzlemi ile Ay'ın Dünya çevresindeki düzlemi aynı düzlemde değildir.



Her iki düzlem de 5° eğimlidir ve Güneş ile Ay'ın açısal çapı sadece $0,5^\circ$ 'dir.

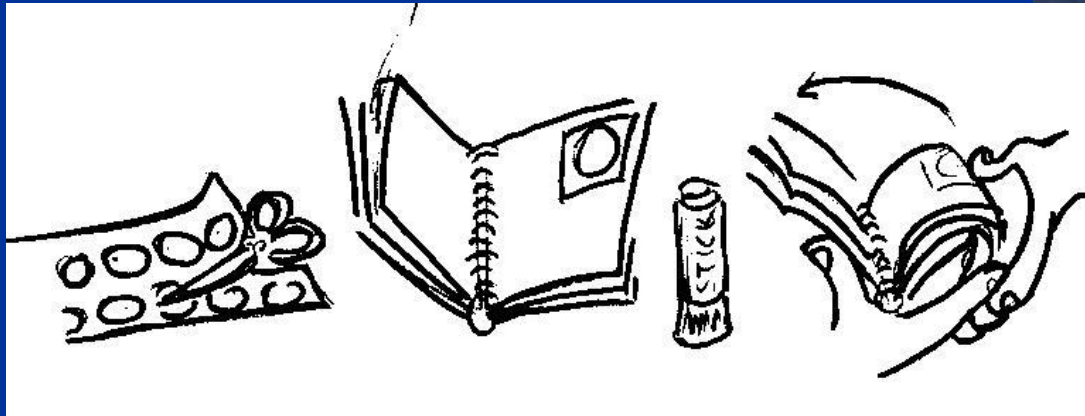


Tutulmalar ancak Güneş ve Ay iki düzlemin kesişme çizgisine yakın olduğunda gerçekleşebilir.



Etkinlik 8: "Çevirmeli defter" tutulma simülasyonu

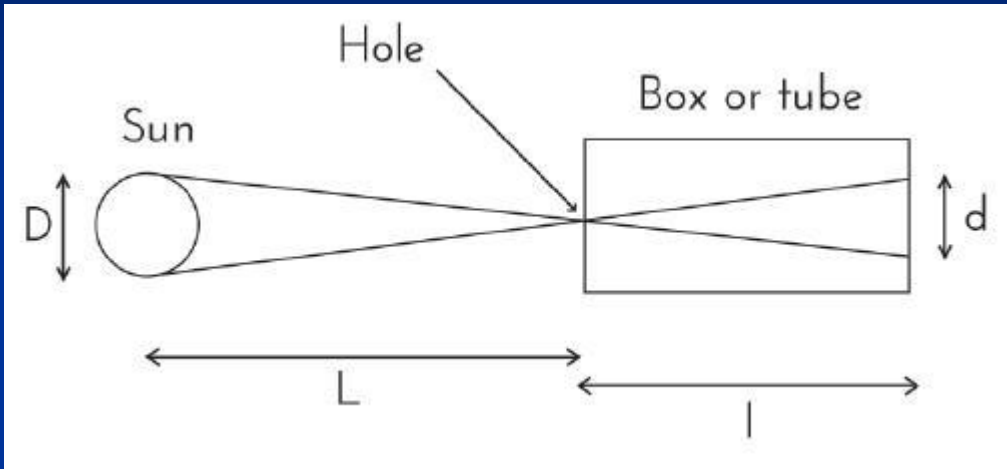
- Resimleri sırayla kesin ve numaralandırın
- Her resmi spiral deftere yapıştırın
- Animasyonu görmek için sayfaları hızlıca çevirin.



Etkinlik 9: Güneş çapının belirlenmesi - gözlemler ve ölçümler



Etkinlik 9: Güneş çapının belirlenmesi



Orantı kurabilir ve Güneş'in çapını hesaplayabiliriz

$$\frac{D}{L} = \frac{d}{l}$$

$$D = \frac{dL}{l}$$

$L = 150\,000\,000$ km Dünya-Güneş arası mesafe, l = tüp uzunluğu, d = yarı saydam kağıtta Güneş'in çapı

Etkinlik 10: Aristarchus deneyi MÖ 310-230

Dünya-Ay-Güneş mesafeleri ve çapları arasında ilişkilerin kurulması, (mutlak bir değer belirlenemedi) Eratosthenes belirleyene kadar gerçekleşmedi.

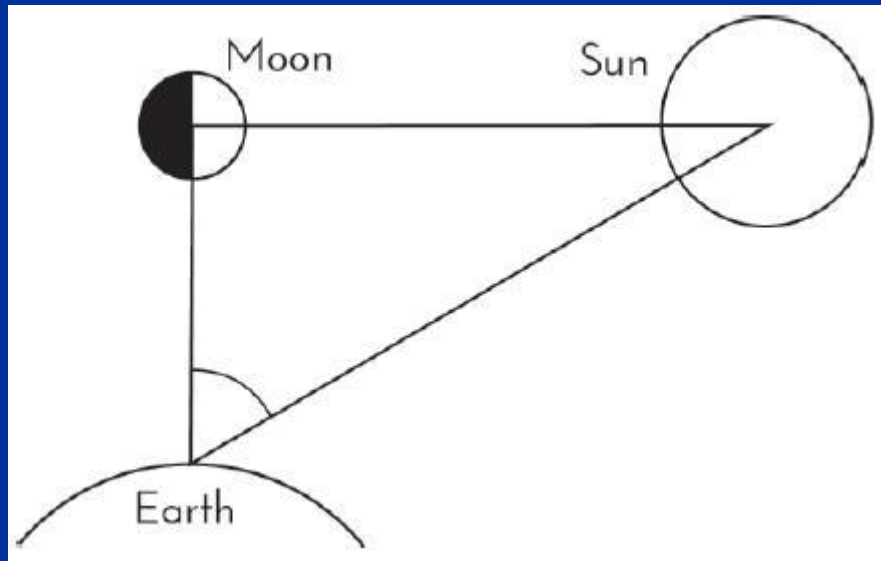
- 1) Dünyanın Ay'a ve Dünyanın Güneş'e Uzaklığı
- 2) Ay'ın ve Güneş'in Yarıçapı
- 3) Dünya'dan Ay'a uzaklık ve Ay'ın yarıçapı
- 4) Karasal Gölge Konisi
- 5) Hepsini ilişkilendirilmesi



1) Dünya-Ay ve Dünya-Güneş arasındaki mesafeler

■ $\cos \alpha = DA / DG$ böylece

$$DG = DM / \cos \alpha$$



1) Dünya-Ay ve Dünya-Güneş arasındaki mesafeler

- Aristarchus $\alpha = 87^\circ$
sonra $DG = 19 DA$
- Şimdi $\alpha = 89^\circ 51'$
böylece $DG = 400 DA$



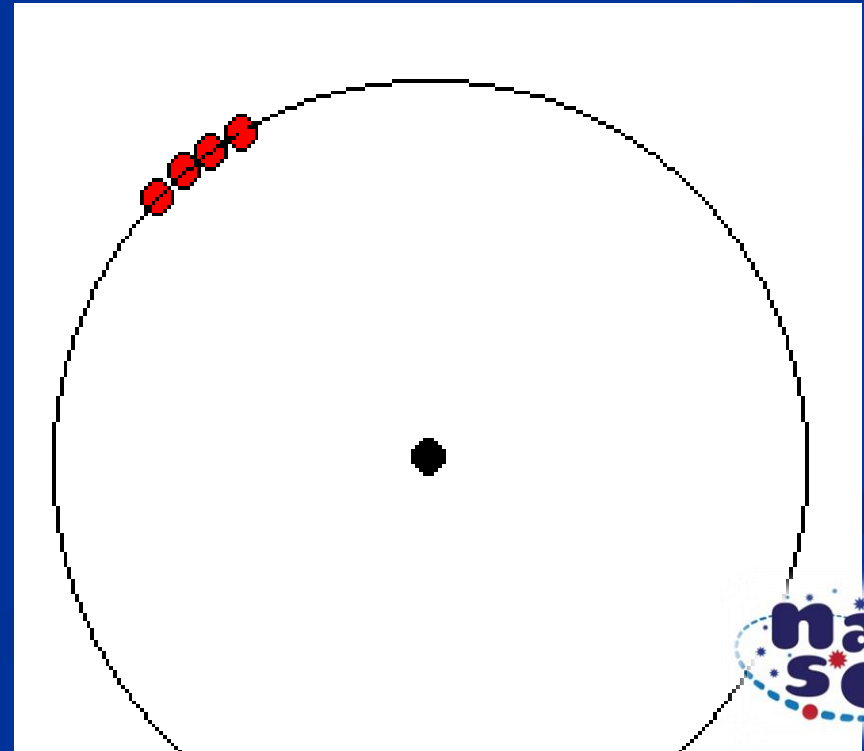
2) Ay'ın ve Güneş'in çapı

- Dünya'dan Güneş ve Ay'ın çaplarının 0.5° 'ye eşit olduğu gözlemlenmektedir
- Böylece, çap
- $R_G = 400 R_A$



3) Dünya-Ay arası mesafe ve Ay'ın çapı

- Ay'ın Dünya'dan çapı $0,5^\circ$
- Bu çapın 720 katı ile Ay'ın dairesel yörüngesini hesaplayabiliriz.
- $2 R_A \cdot 720 = 2 p \cdot DA$
-
- $DA = 720 R_A / p$
-

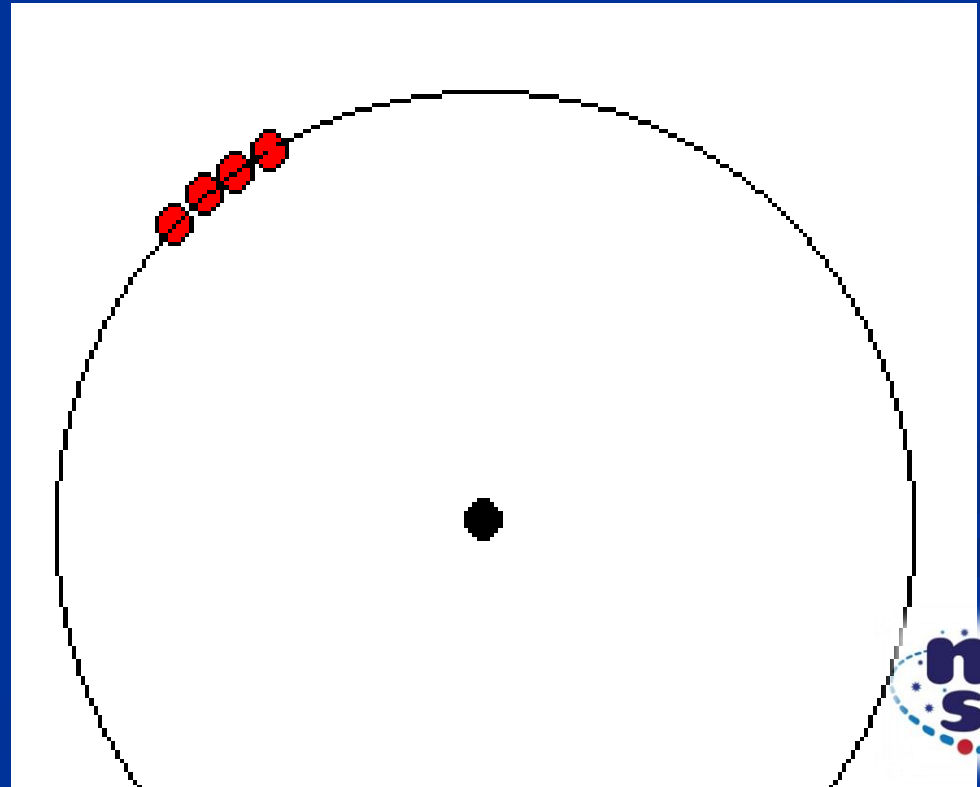


3) Dünya-Güneş arası mesafe ve Güneş'in çapı

- Bu çıkarıma göre

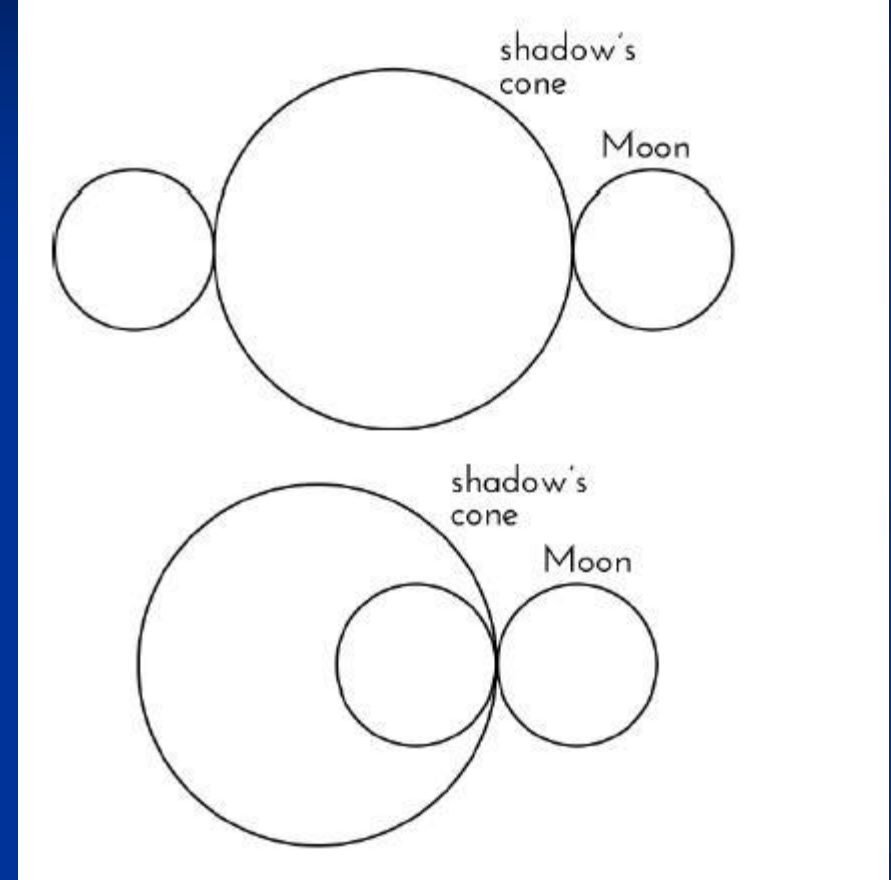
- $DG = 720 R_G / \pi$

Aristarchus'un
birinci heliosentrik
modeli



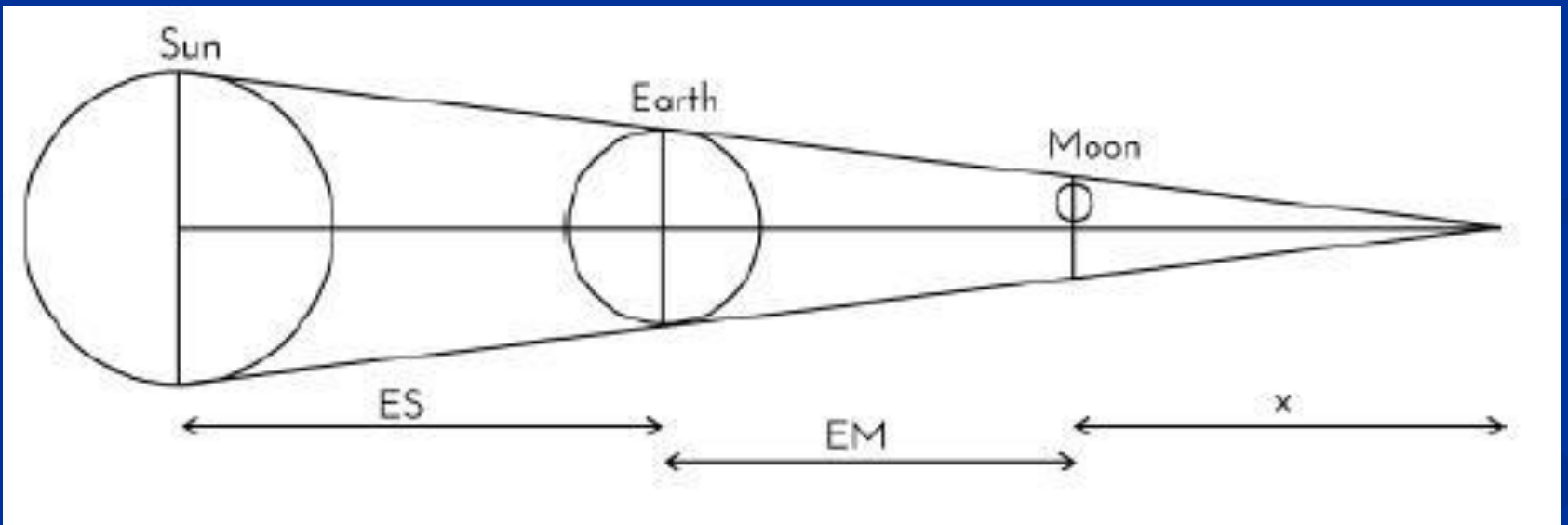
4) Karasal gölge konisi

- Bir Ay tutulmasında,
- Aristarchus, Ay'ın Dünya'nın gölge konisini geçmesi için gereken sürenin, Ay'ın yüzeyinin kapalı kalması için gereken sürenin iki katı olduğunu gözlemledi (yani 2:1).
- Aslında 2,6:1



5) Hepsini bağdaştırın

■ $(x+DM+DG)/R_G = (x+DA) / R_G = x/(2.6 R_A)$



Sistemin çözülmesi şunu gösterir (Dünya'nın yarıçapı ile ilgili her şey):

- $R_A = (401 / 1440) R_D$
- $DA = (401 / (2 \pi)) R_D$
- $R_G = (2005 / 18) R_D$
- $DG = (80200 / \pi) R_D$

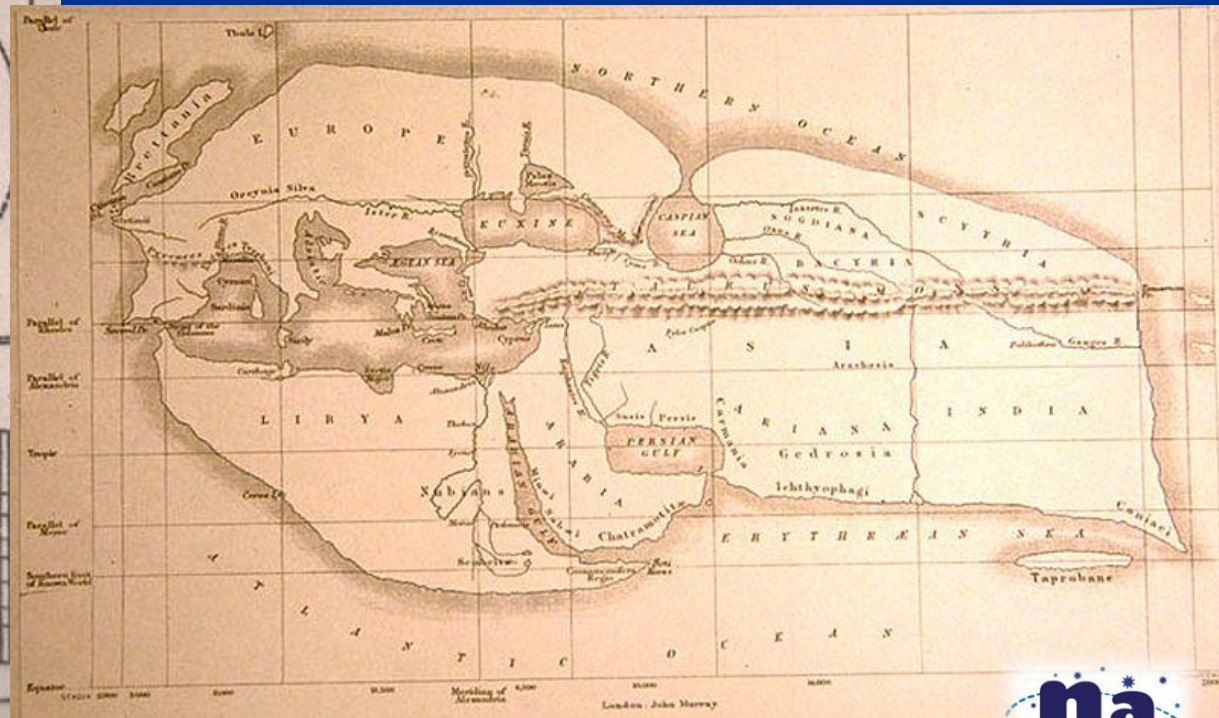
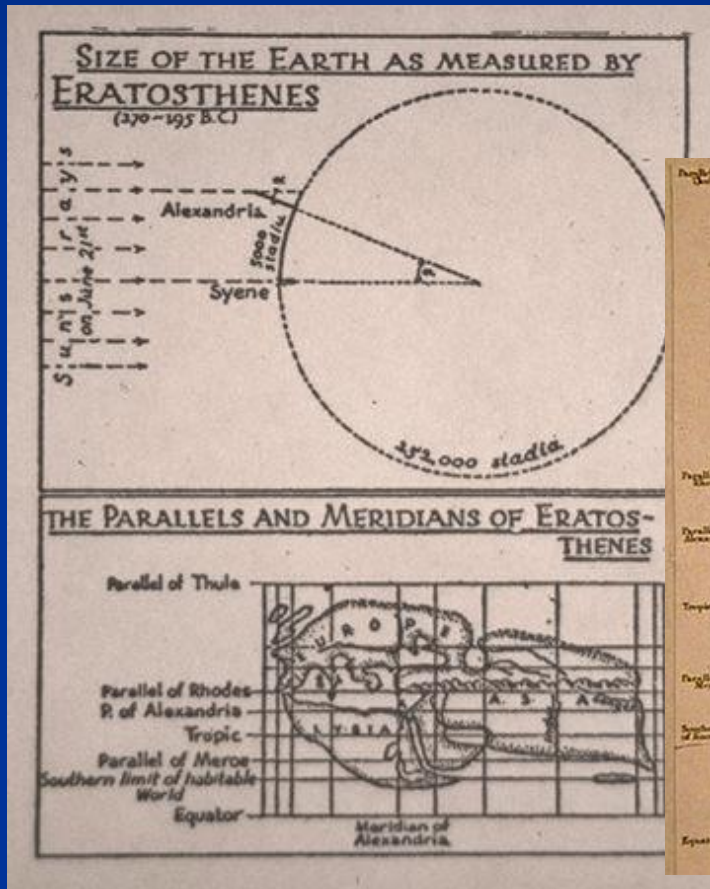
$R_D = 6\,378$ km olduğunu varsayarsak

- $R_A = 1\,776$ km (gerçekte $1\,738$ km)
- $DA = 408\,000$ km (gerçekte $384\,000$ km)
- $R_G = 740\,000$ km (gerçekte $696\,000$ km)
- $DG = 162\,800\,000$ km (gerçekte $149\,680\,000$ km)



Etkinlik 11: Eratosthenes'in deneyi

MÖ 280-192



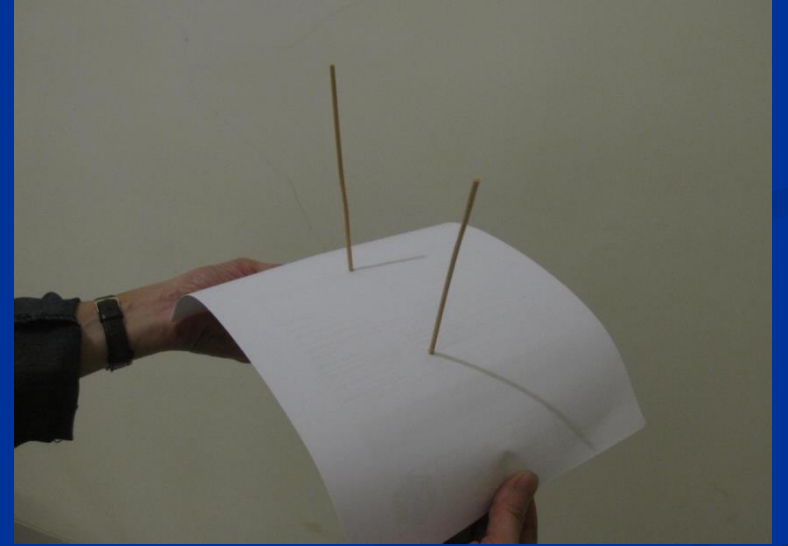
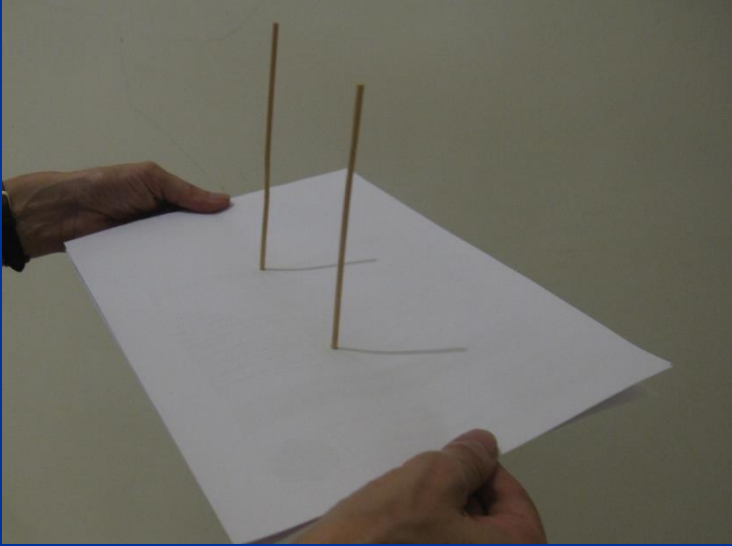
Etkinlik11: Tekrar Eratosthenes

- Aynı meridyende iki şehir
- Eş zamanlı gözlemler



Farklı gölgeler...

- Böylelikle Dünya'nın bir küre olduğu anlaşılmaktadır

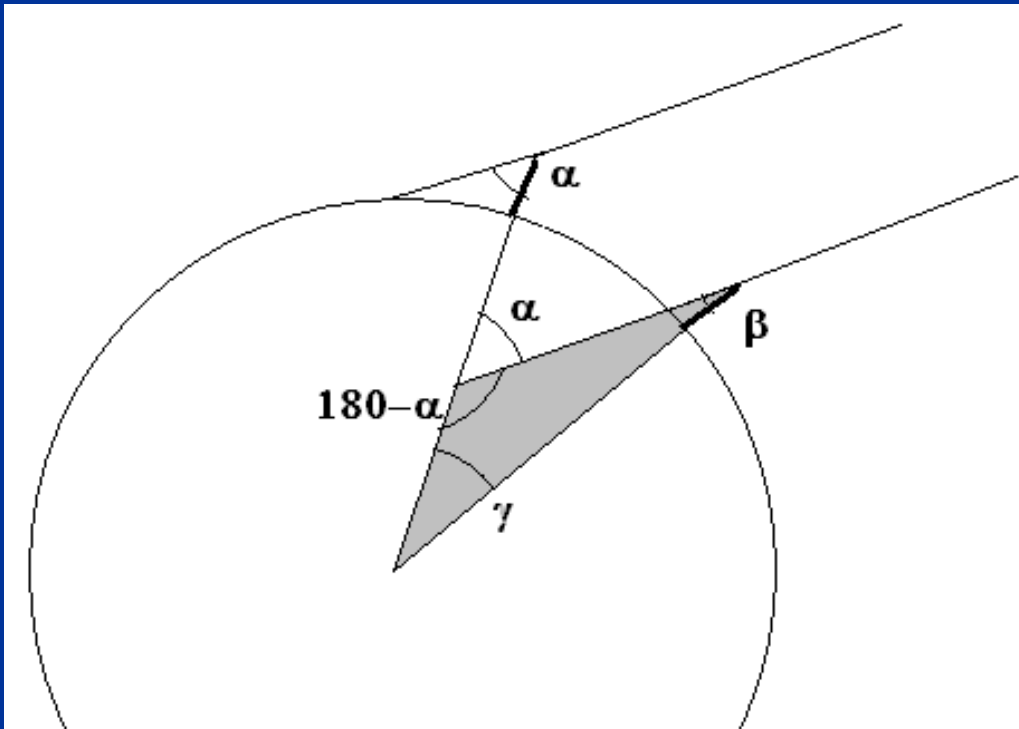


Etkinlik 11: Tekrar Eratosthenes

- $\pi = \pi - \alpha + \beta + \gamma$

- Böylece $\gamma = \alpha - \beta$

α ve β radyan olarak ölçüldüğünde
(180 derece = π radyan)



Etkinlik 11: Tekrar Eratosthenes



- Çekül hattının (veya çubuğun) uzunluğunu ve gölgesini ölçüyoruz
-

$$\alpha = \arctan (\text{gölge}) / (\text{çubuk})$$

Etkinlik 11: Tekrar Eratosthenes

- Oransal olarak

$$2\pi R_D / 2\pi = m / \gamma$$

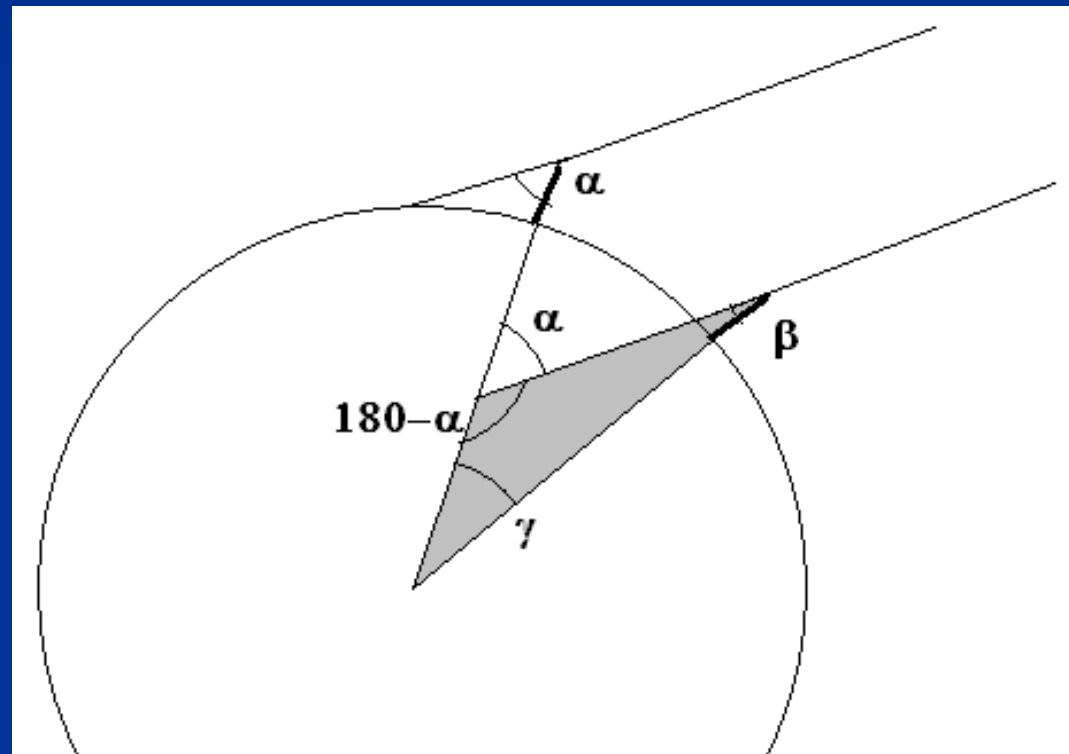
- düşürülür

$$R_D = m / \gamma$$

- γ (radyan olarak)

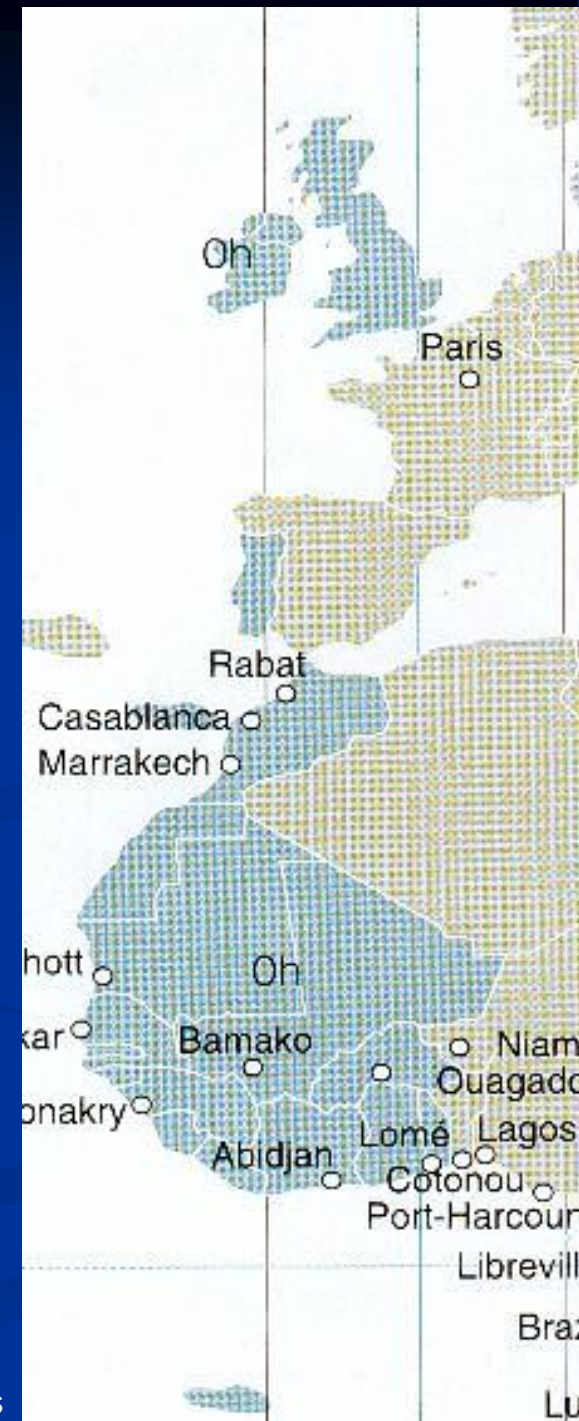
$$\gamma = \alpha - \beta$$

- m - şehirler arası mesafe



Eratostrhenes yöntemi ile elde ettiğimiz sonuçlar

- Ripoll- Barselona
- $\alpha = 0.5194$ radyan
- $\beta = 0.5059$ radyan
- $\gamma = 0.0135$ radyan
- $m = 89.4$ km
- $R_G = 6\,600$ km (gerçekte 6 378 km)



Sonuçlar

- Şimdi tutulmaları anladık
- Dünya-Ay-Güneş sistemi için boyut ilişkileri kurduk
- Elde edilen verileri gözlemleyerek ve analiz ederek evren hakkında çok daha fazla şey öğrenebileceğimizi doğruladık



Teşekkürler

