

الكسوف والخسوف

Rosa M. Ros

الاتحاد العالمي لعلم الفلك
الجامعة التقنية بـ: كتلونيا، اسبانيا



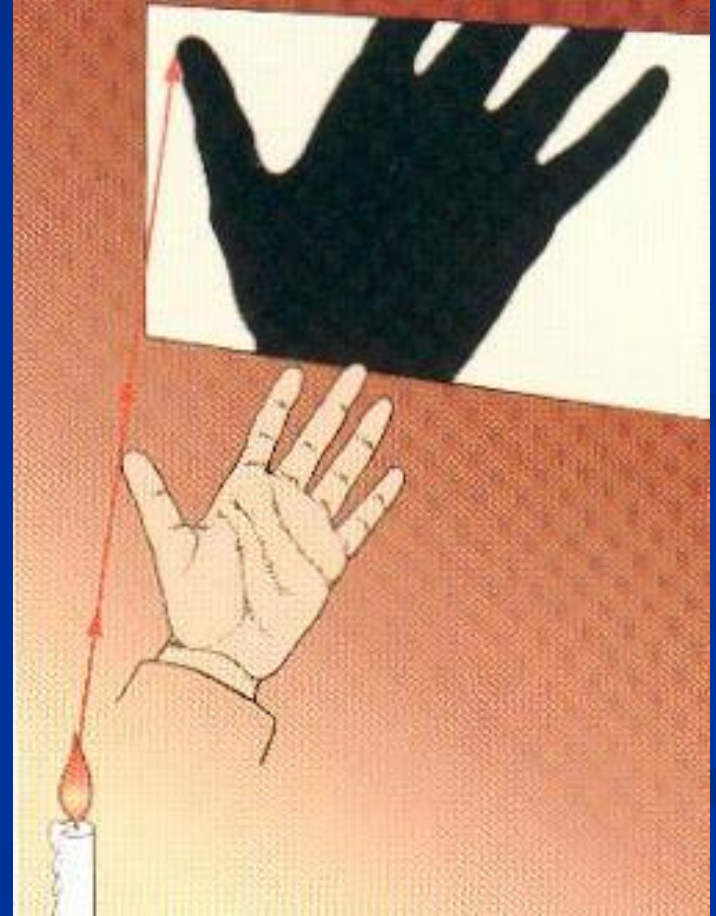
الأهداف

- فهم أطوار القمر
- فهم أسباب الخسوف
- فهم لماذا يحدث الكسوف
- تحديد المسافات في النظام أرض-قمر-شمس

الضوء والظل

■ النظام أرض-قمر-شمس: أطوار القمر والخسوف

■ الموقع والظل



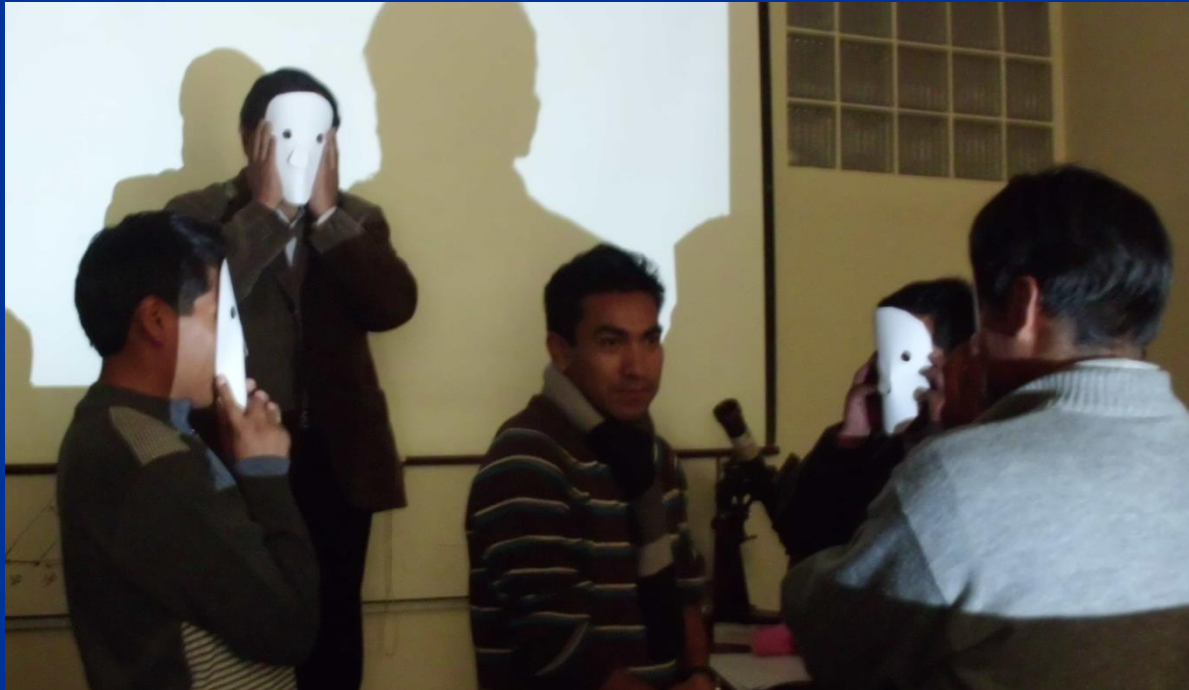
النشاط 1: نموذج الوجه الخفي للقمر

- متطوعين (2): متطوع يمثل الأرض والآخر يمثل القمر ويدور حول الأرض.
- ضع القمر مقابل للأرض ثم أدره حولها بـ 90° ثم تحرك أنت كذلك بـ 90° ، أعد العملية حتى ترجع إلى نقطة الانطلاق.



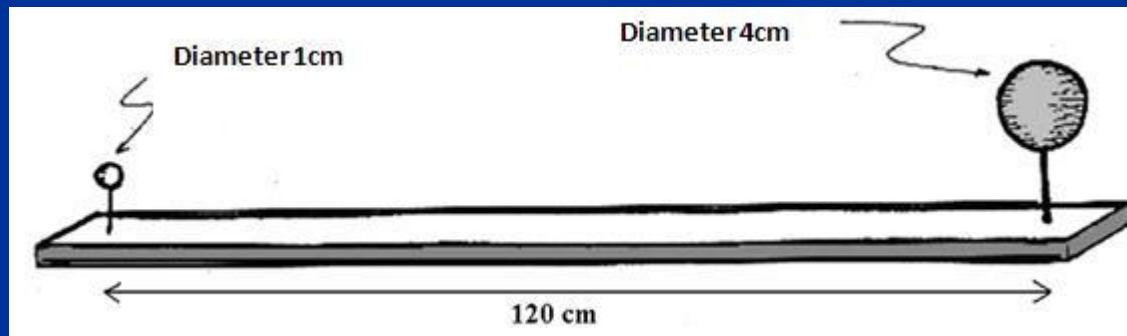
النشاط 2: نموذج باستخدام مصباح يدوي (الشمس) لشرح أطوار القمر

- 5 متطوعين: أحدهم في المركز (الأرض) والآخرين يحاكون الأطوار 4 للقمر باستخدام أقنعة (1 مُضاء كلياً، 2 مُضاء جزئياً والأخير مظلم تماماً)



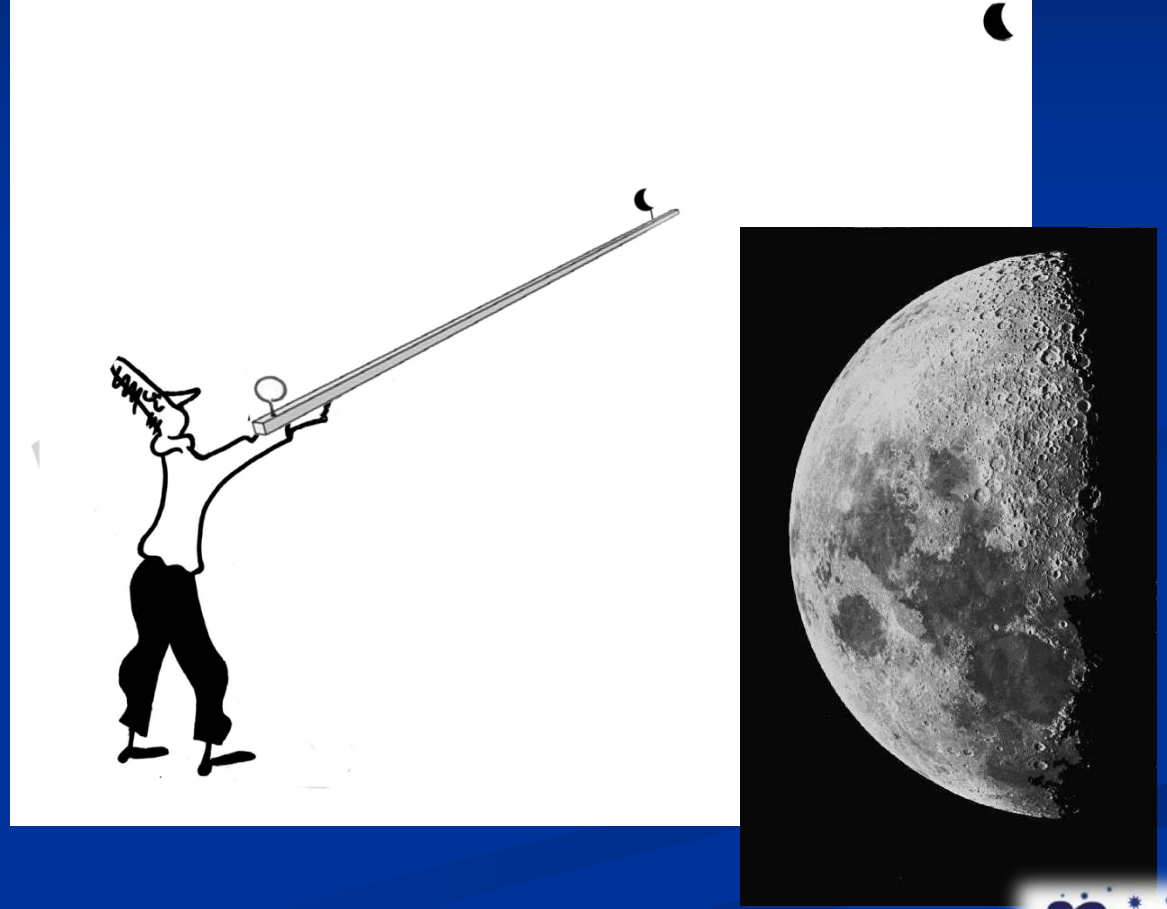
المسافات والأقطار في النظام أرض-قمر-شمس

قطر الأرض	12 800 km	→	4 cm
قطر القمر	3 500 km	→	1 cm
المسافة أرض-قمر	384 000 km	→	120 cm
قطر الشمس	1400 000 km	→	440 cm = 4.4 m
المسافة أرض-شمس	150 000 000 km	→	47 000 cm = 0.47 km



النشاط 3: محاكاة أطوار القمر

■ وجه القمر الصغير
لنموذج نحو القمر
ويمكننا أن نرى
كلاهما في نفس
المرحلة

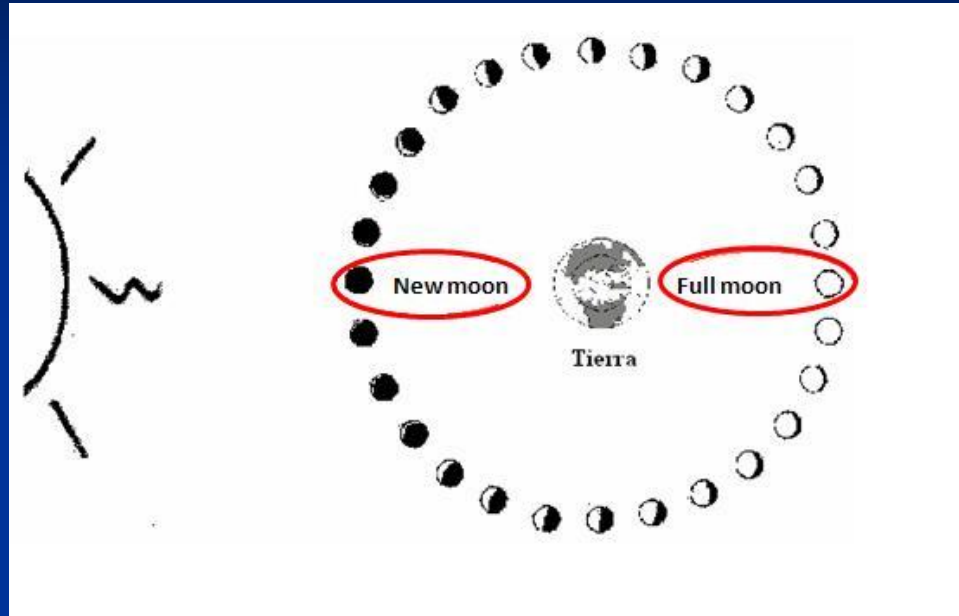


النشاط 4: أخطاء في التوضيح



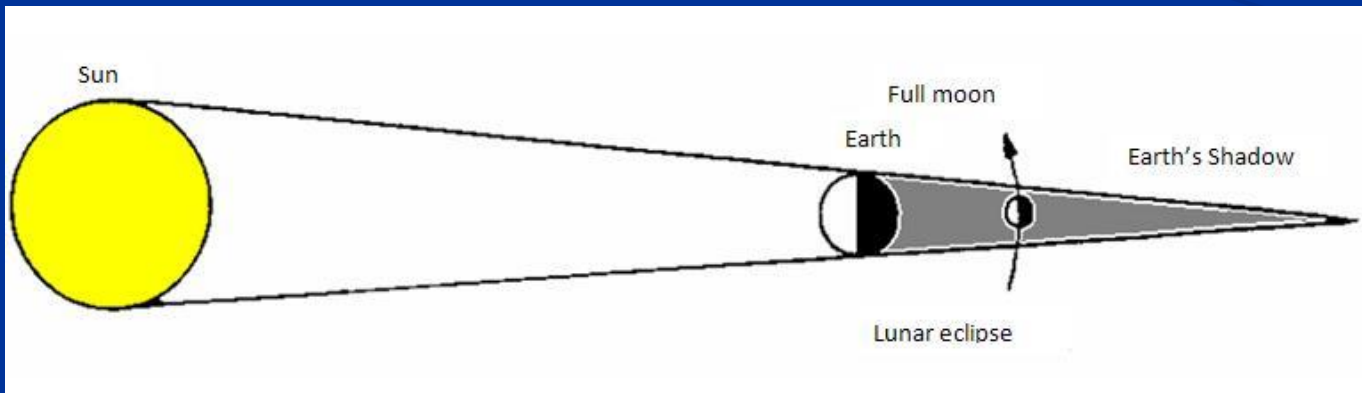
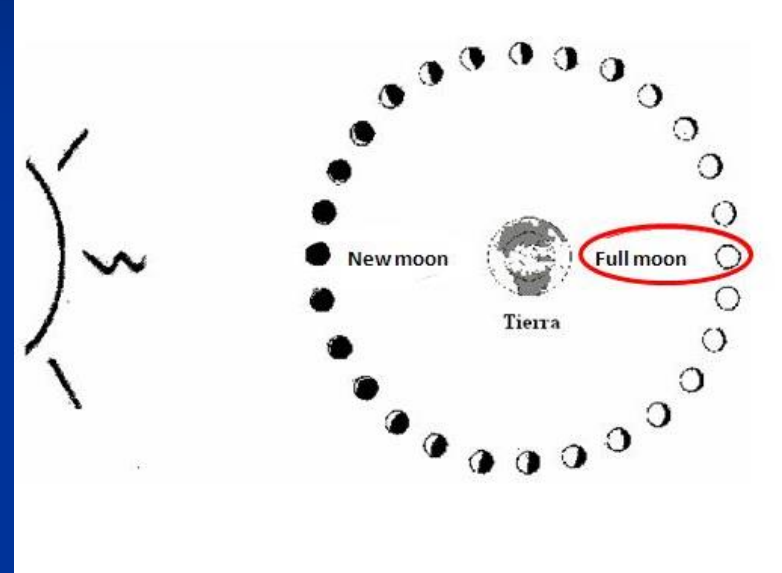
تتعمد مراحل
القمر على
موضع الشمس

أطوار القمر والخسوف

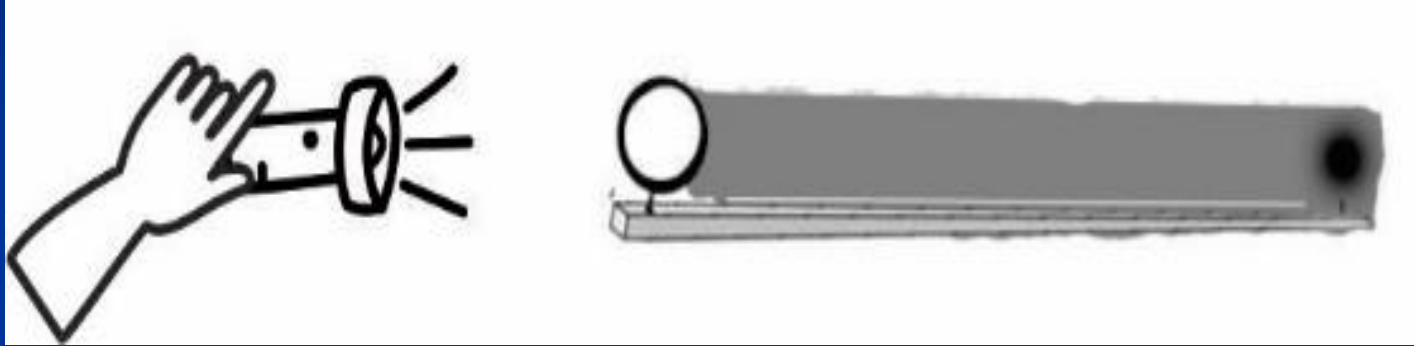


نشاط 5: الخسوف

■ يحدث الخسوف عندما
يكتمل القمر



نشاط 5: محاكاة الخسوف



نشاط 5: خسوف القمر



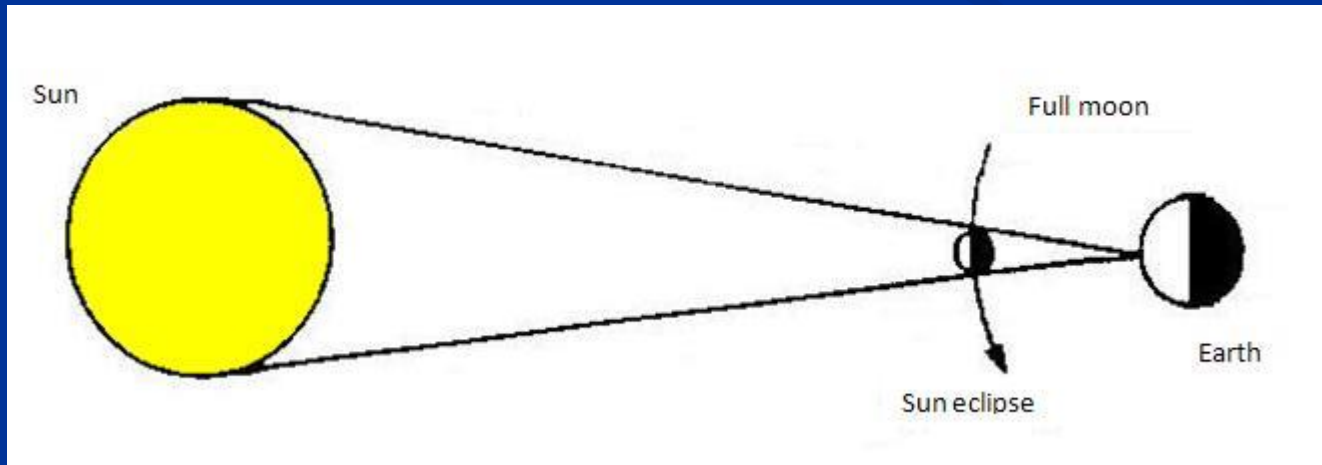
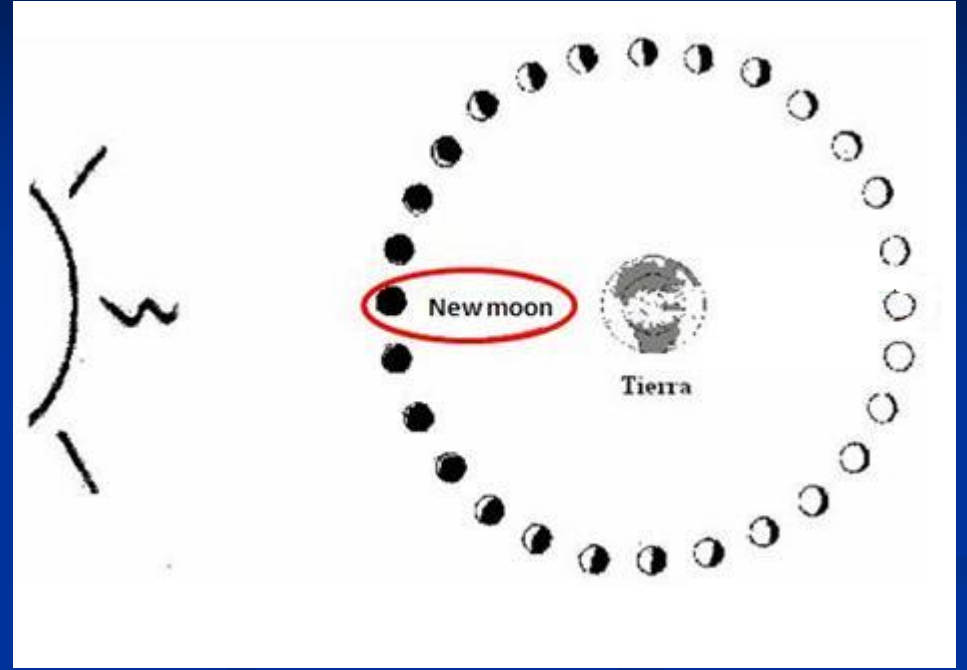
نشاط 5: خسوف القمر

■ يمكن رؤية الخسوف في
جميع أنحاء نصف الكرة
الأرضية التي تغطّي في
الليل.

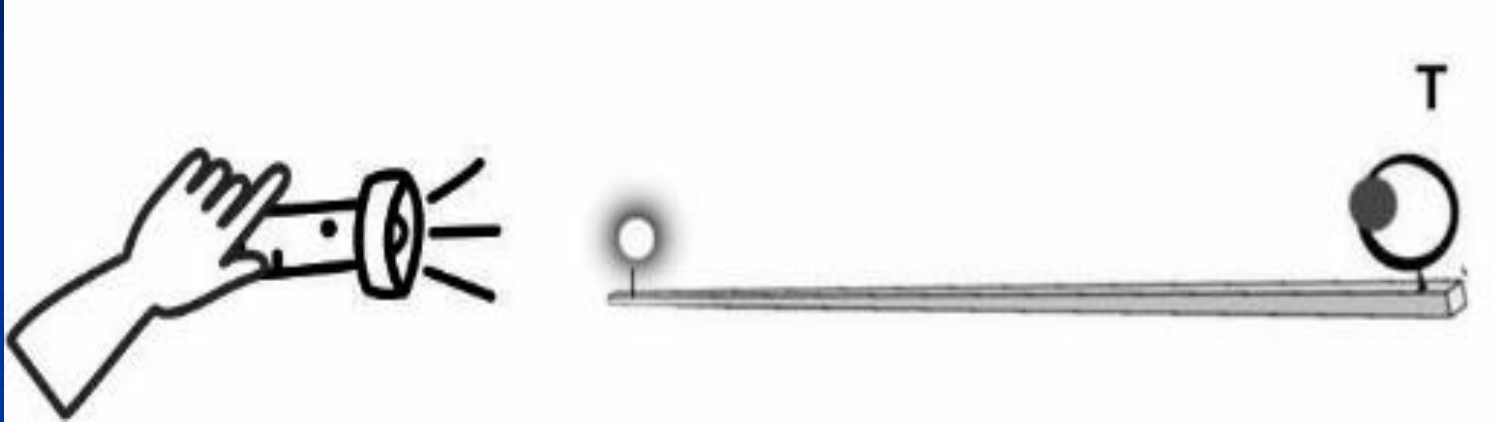


النشاط 6: الكسوف

■ يحدث الكسوف مع بداية الشهر القمري



النشاط 6: محاكاة الكسوف



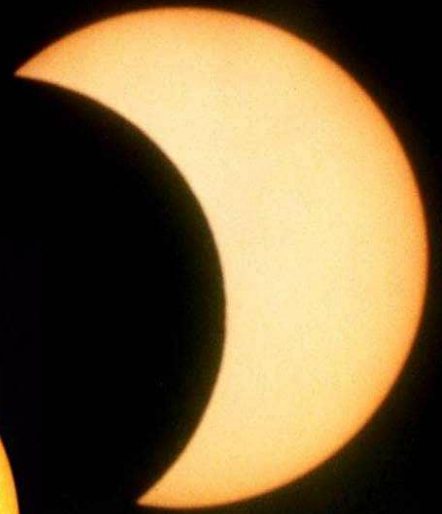
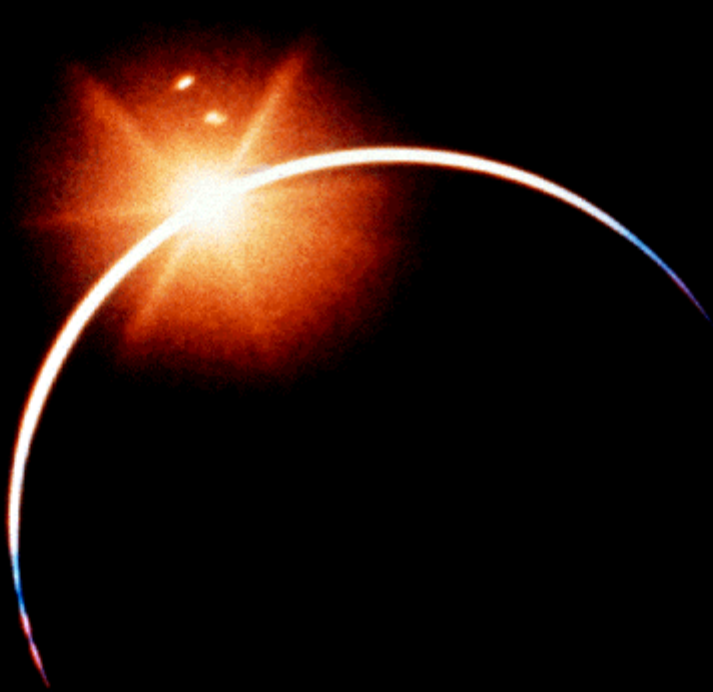
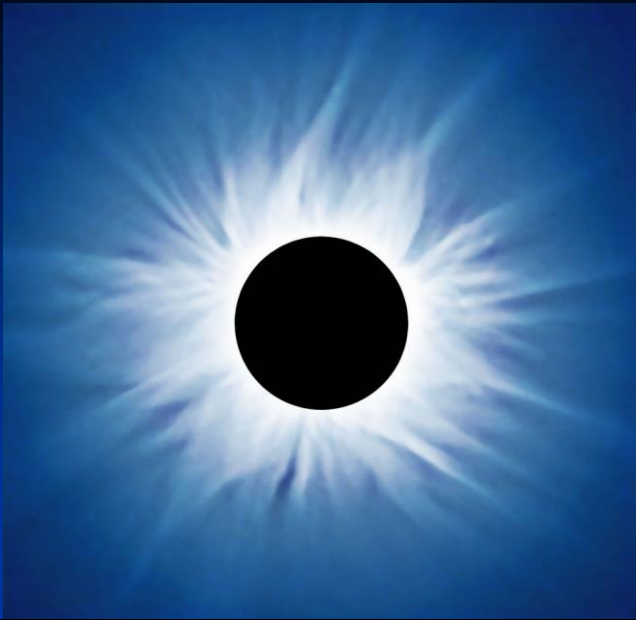
تفاصيل الكسوف



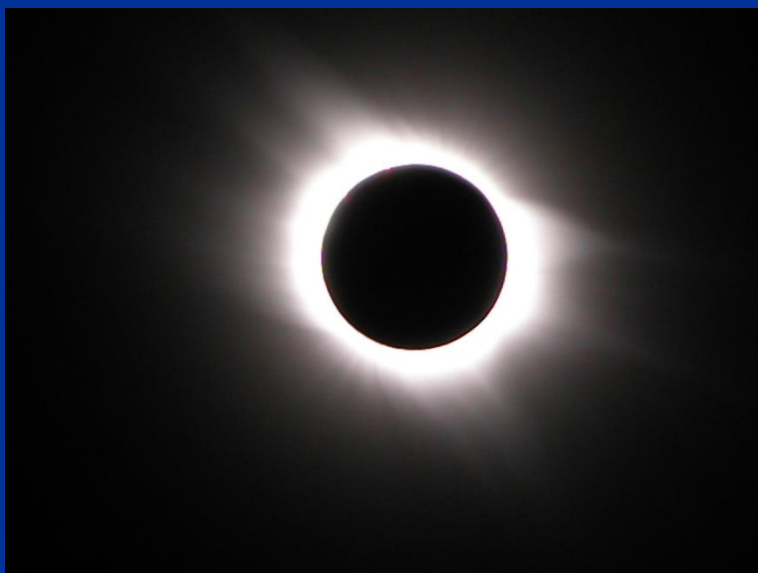
النشاط 6: الكسوف

- لا يمكن رؤية الكسوف إلا في منطقة صغيرة من الأرض





... عملية رصد الكسوف مشوّقة جدا



عملية الرصد

• تحدث فقط:

• الخسوف عندما يكون القمر بدر

• والكسوف عندما يكون القمر محاق

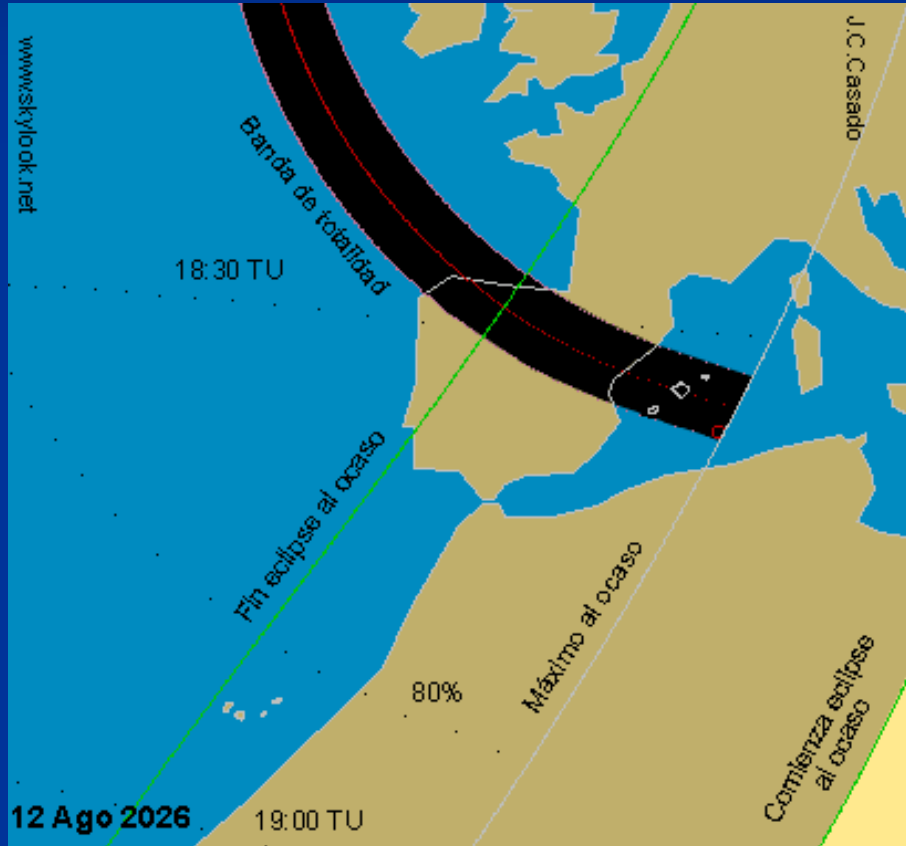
• لا يظهر الكسوف إلا في مساحة صغيرة من الأرض

• من الصعب للغاية «استقامة» الأرض والقمر بشكل صحيح، لذلك لا يمكن أن يحدث الخسوف أو الكسوف في كل مرة يكون هناك القمر بدر أو محاق



مثال ...

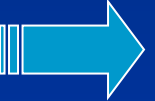
- سيحدث الكسوف الكلي القادم في إسبانيا في 12 أوت 2026 (كان آخر كسوف في عام 2004).



كل سنة يحدث ما بين 0 إلى 3 خسوف للقمر

المسافات والأقطار

من أجل الفهم والتخيل الجيد للمسافات إلى الشمس

قطر الأرض	12 800 km		2.1 cm
قطر القمر	3 500 km		0.6 cm
المسافة أرض-قمر	384 000 km		60 cm
قطر الشمس	1400 000 km		220 cm
المسافة أرض-شمس	150 000 000 km		235 m

تلوين الشمس



النشاط 7: النظر إلى الشمس من القمر



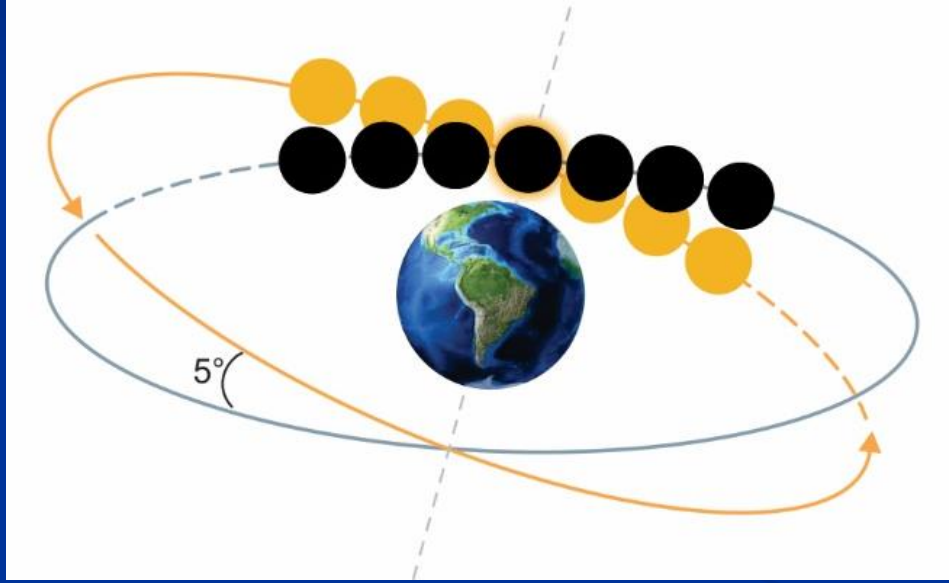
إذا كان هناك قمر جديد وبدر كل شهر

لماذا لا يحدث الكسوف والخسوف كل شهر؟



لأن ...

إن مستوي حركة الأرض حول الشمس ومستوي حركة القمر حول الأرض مختلفان.



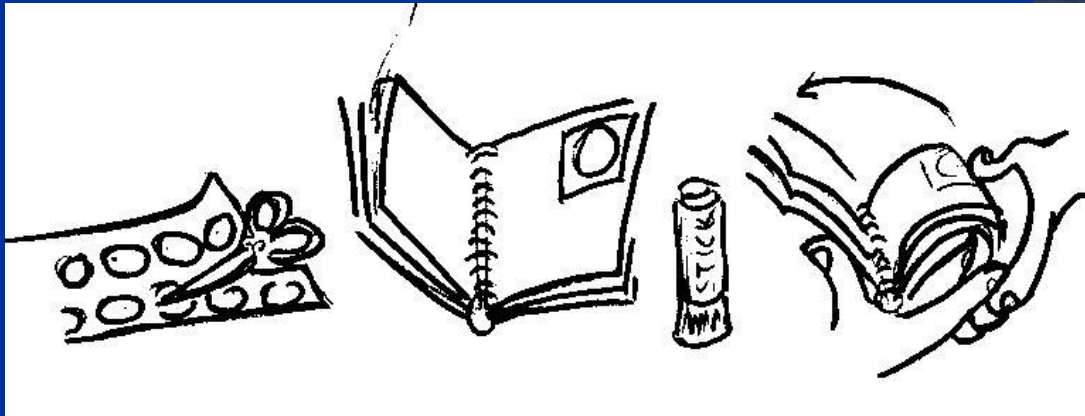
لديهم زاوية ميل 5°
لكن القطر الزاوي
للشمس والقمر حوالي 0.5° فقط

لا يمكن حدوث الكسوف أو الخسوف إلا إذا كان
الشمس والقمر قريبين من خط تقاطع المستويين.



النشاط 8: «اقلب الصفحة» محاكاة الكسوف

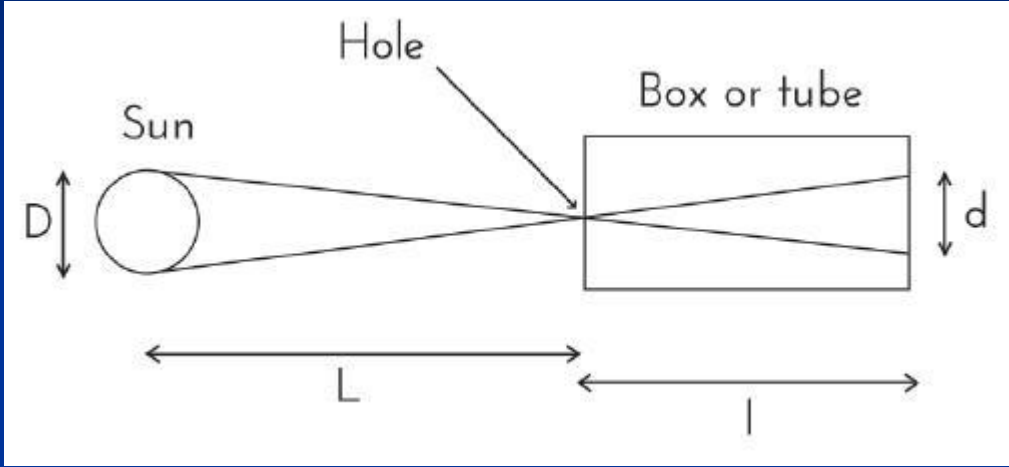
1. قم بقص الصور وترقيمها بالترتيب
2. الصق كل صورة على مفكرة حلزونية (كنّاش)
3. اقلب الصفحات بسرعة لمحاكاة الظاهرة



النشاط 9: تحديد قطر الشمس، الرصد والقياسات



النشاط 10: تحديد قطر الشمس.



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

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

يمكننا حساب النسب بعد ذلك
نحسب قطر الشمس

المسافة أرض شمس $L = 150,000,000 \text{ km}$
قطر إسقاط الشمس على الورق الشفاف $d =$

طول الأنبوب $l =$

النشاط 10: تجربة ارسترخوس Aristarque 230-310 سنة قبل الميلاد

■ ارسترخوس (Aristarque) أسّس العلاقات بين المسافات أرض-قمر-شمس وأقطارهم ولكن لم يصل إلى أي قيمة مضبوطة. كان يجب الانتظار إلى غاية العالم أراتوستينس (Eratosthenes)

■ (1) المسافة بين الأرض والقمر والمسافة بين الأرض والشمس

■ (2) نصف قطر القمر ونصف قطر الشمس

■ (3) المسافة بين الأرض والقمر ونصف قطر القمر

أو المسافة بين الأرض والشمس ونصف قطر الشمس

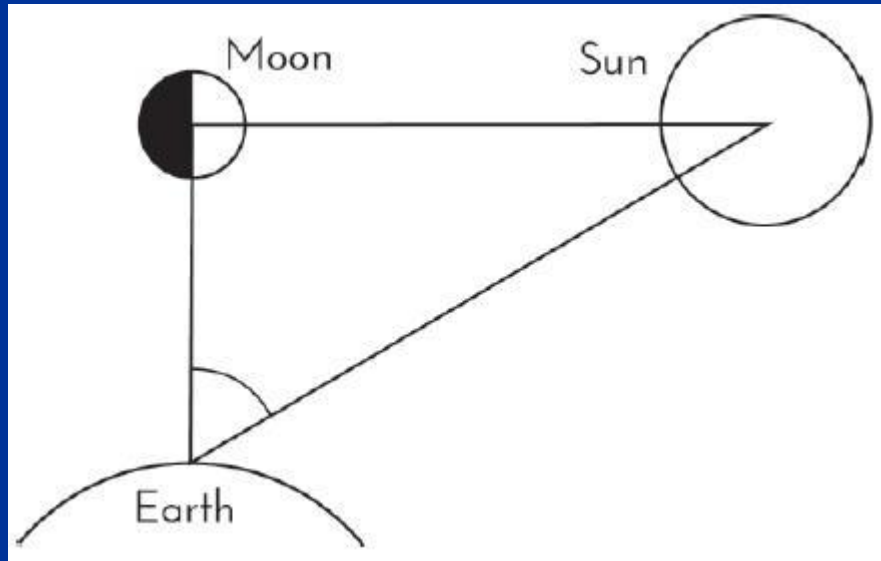
■ (4) مخروط ظل الأرض

■ (5) عمل روابط



1) المسافة بين الأرض والقمر وبين الأرض والشمس

$$\cos \alpha = TL/TS \quad \text{إذن} \quad TS = TL / \cos \alpha$$



(1) المسافة بين الأرض والقمر وبين الأرض والشمس

■ $\alpha = 87^\circ$ ارسترخوس

TS = 19 TL إذن

■ $\alpha = 89^\circ 51'$ اليوم

TS = 400 TL



(2) نصف قطر القمر ونصف قطر الشمس

من الأرض، القطر الظاهر للقمر والشمس يساوي 0.5°

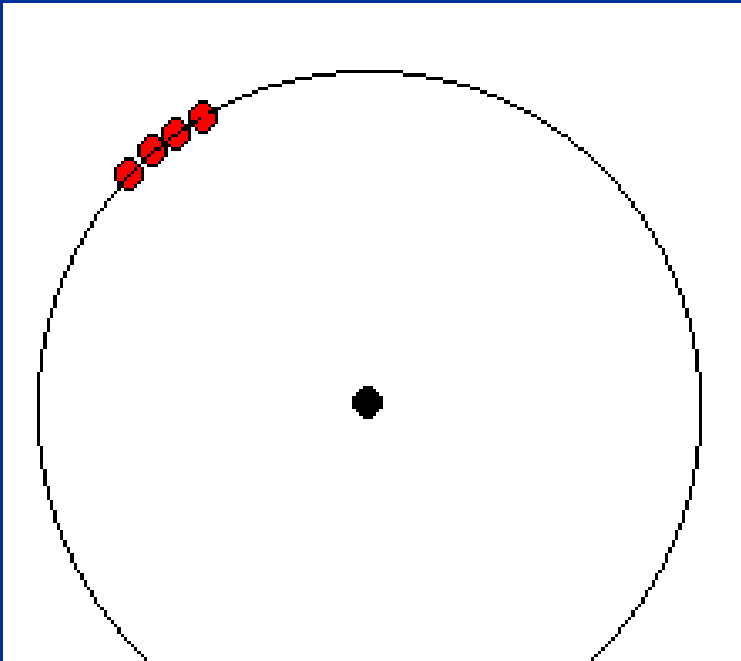
إذن قطر الشمس

- $R_s = 400 R_L$



(3) المسافة بين الأرض والقمر ونصف قطر القمر

- القطر الظاهر للقمر من الأرض هو 0.5°
- مع 720 مرة هذا القطر، يمكننا اكتشاف المسار **الدائري** للقمر
- $2 R_L 720 = 2 \pi T_L$



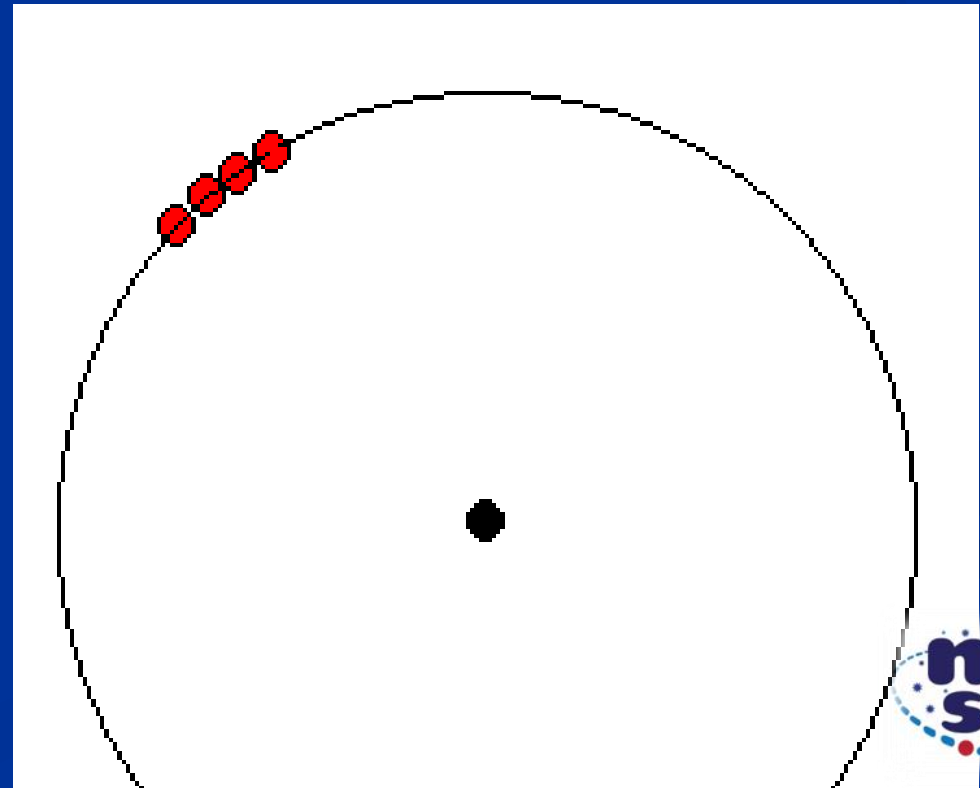
$$T_L = 720 R_L / \pi$$

(3) المسافة بين الأرض والشمس ونصف قطر الشمس

■ بالتماثل

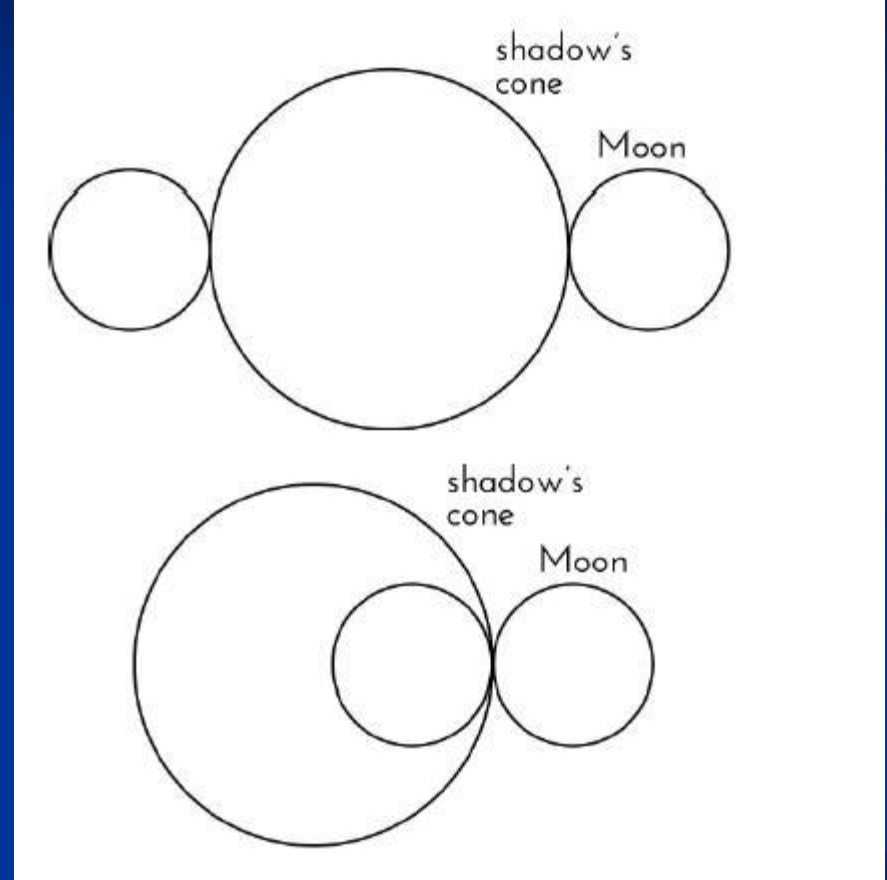
$$TS = 720 R_s / \pi$$

ارسترخوس،
أول نموذج لمركزية
الشمس



(4) مخروط ظل الأرض

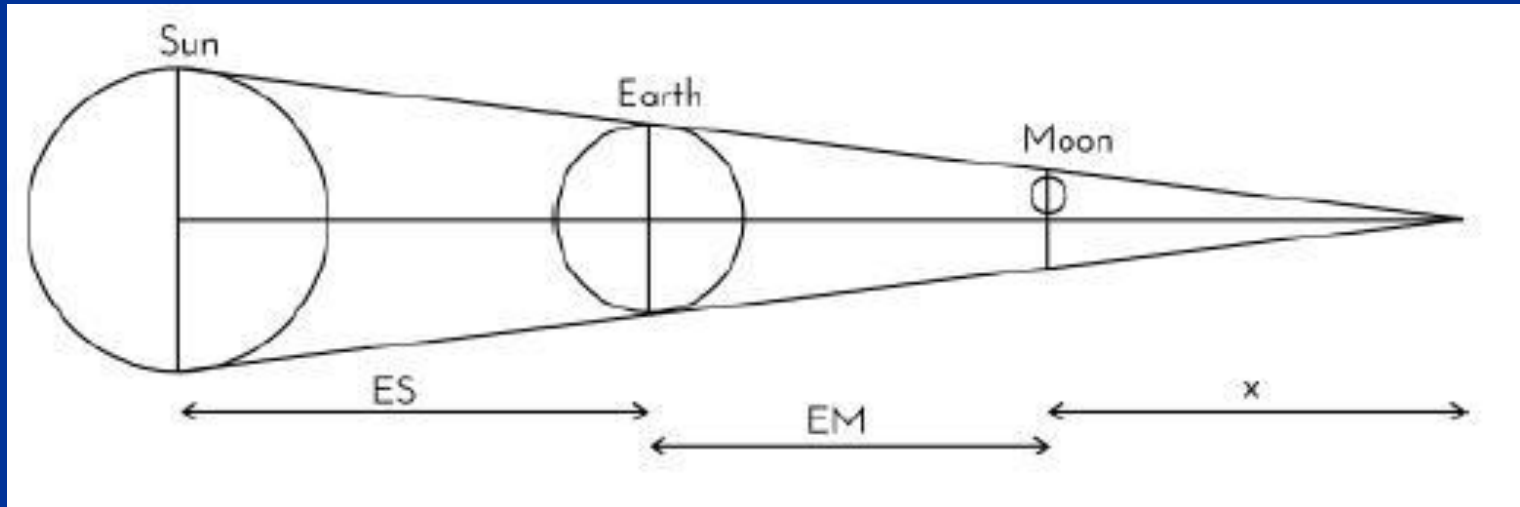
- أثناء الخسوف، لاحظ
ارسترخوس (Aristarchus) أن
الوقت الذي يستغرقه القمر
للمرور عبر مخروط ظل الأرض
كان ضعف الوقت الذي يستغرقه
سطح القمر لدخول مخروط الظل،
أي 2/1



- في الواقع هو: 2.6/1

(5) بریط الكل

- $(x+TL+TS)/R_s = (x+TL) / R_T = x/(2.6 R_L)$



دقة النظام

(كل ما يلي يتعلق بنصف قطر الأرض):

- $R_l = (401 / 1440) R_t$

- $T_L = (401 / (2 \pi)) R_t$

- $R_s = (2005 / 18) R_t$

- $T_S = (80200 / \pi) R_t$

- نعتبر نصف قطر الأرض: $R_t = 6,378 \text{ Km}$

- $R_l = 1,776$ (القيمة الحقيقية هي 1,738)

- $T_L = 408\,000 \text{ km}$ (القيمة الحقيقية هي 384 000 Km)

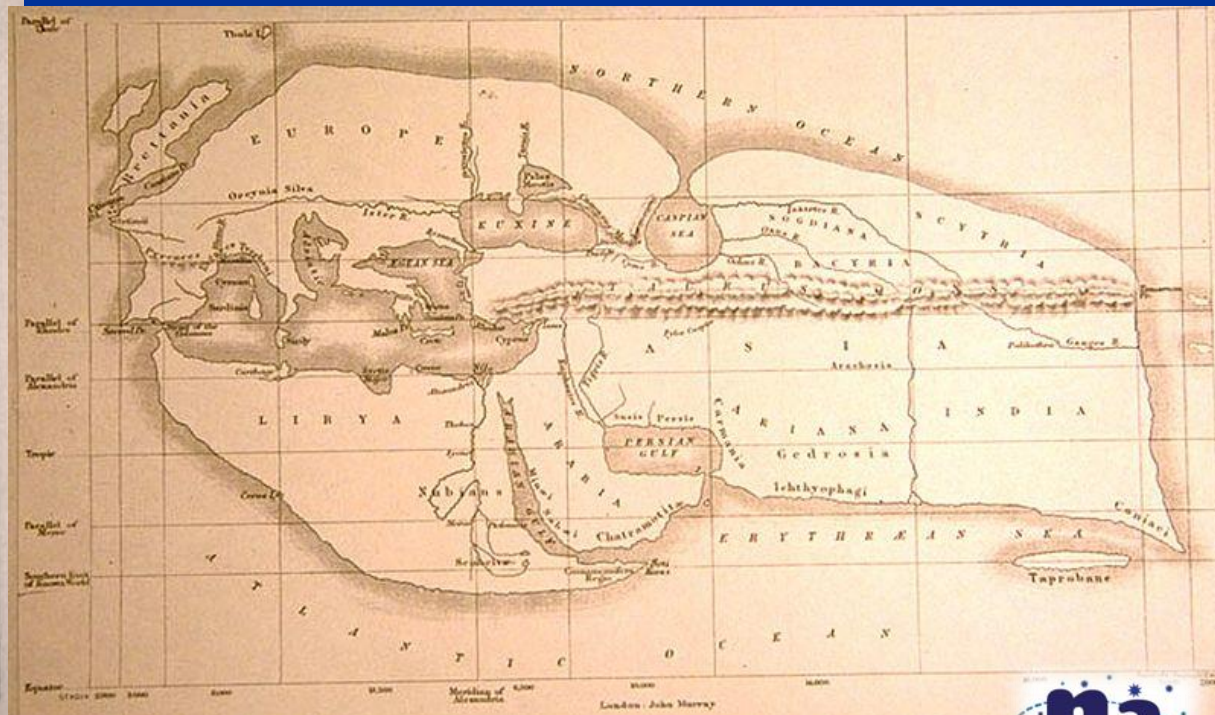
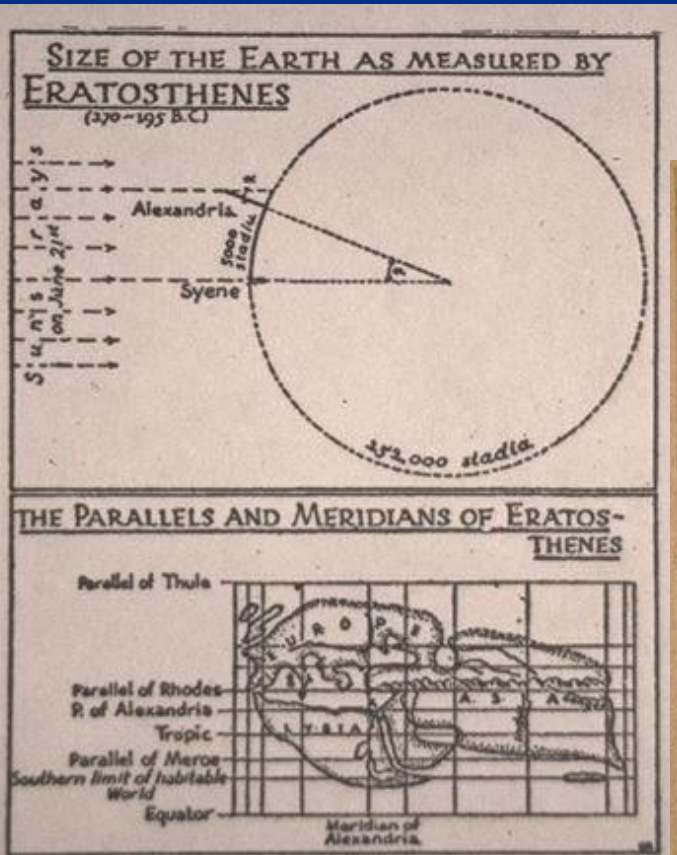
- $R_s = 740\,000 \text{ km}$ (القيمة الحقيقية هي 696 000 km)

- $T_S = 162\,800\,000 \text{ km}$ (القيمة الحقيقية هي 149 680 000 km)



النشاط 11: تجربة إراتوستينس

192 – 280 قبل الميلاد



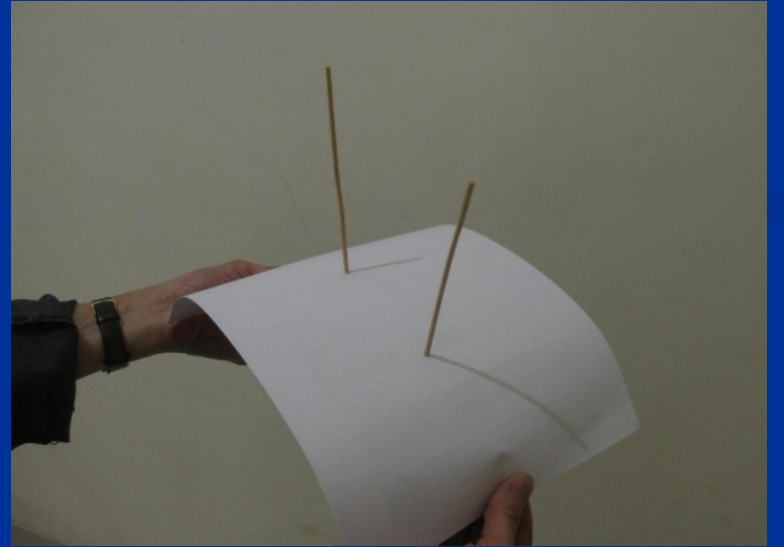
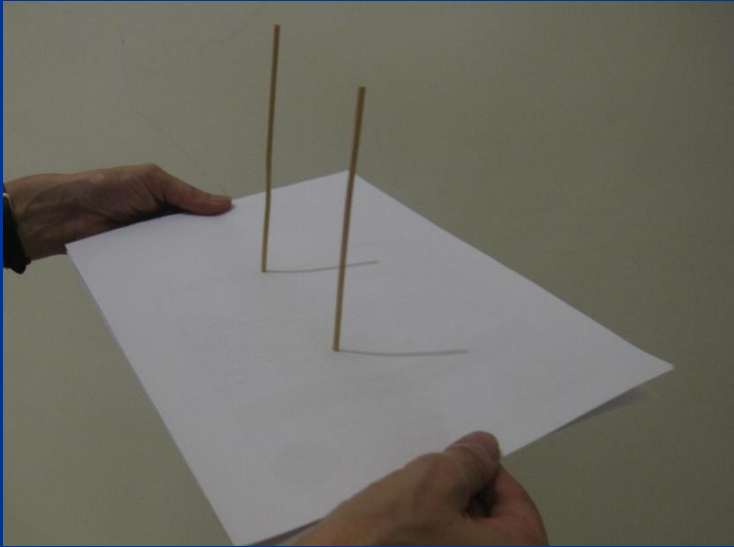
ايراتوستينس، مرة اخرى

- مدينتين على نفس خط الزوال
- ملاحظات متزامنة



ظلال مختلفة ...

■ هل الأرض عبارة عن كرة!

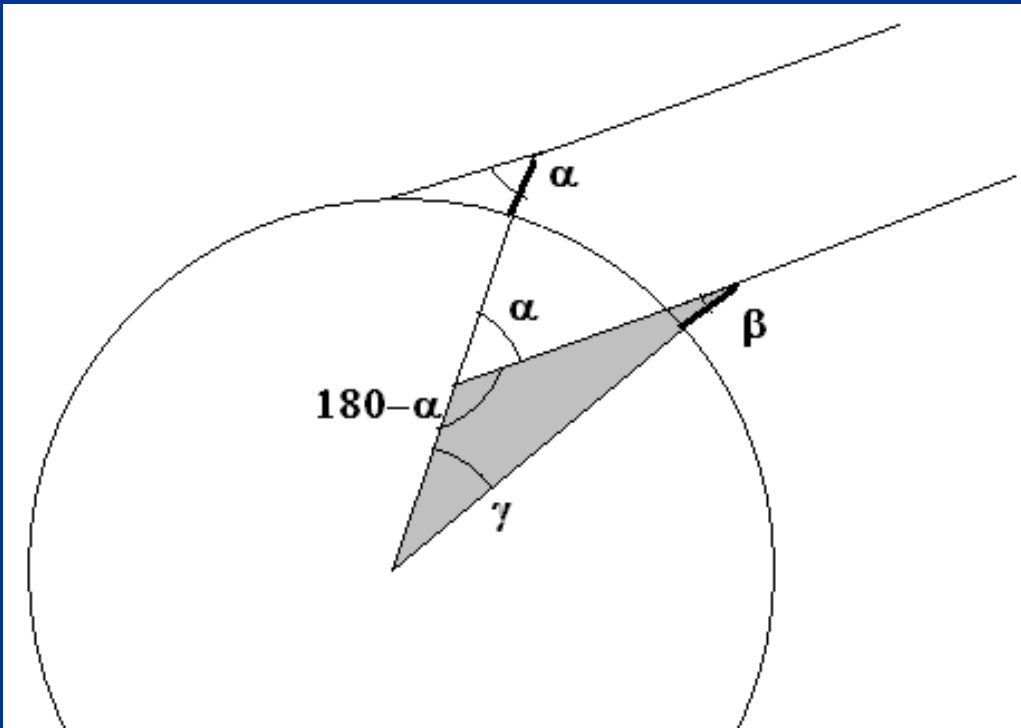


ايراتوستينس

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

$$\gamma = \alpha - \beta \quad \text{إذن} \quad \blacksquare$$

α و β قيسهما بالراديان radians



ايراتوستينس

■ نحسب طول عصا (أو خيط)
وطول ظلّه



$$\alpha = \arctang \left(\frac{\text{طول الظل}}{\text{طول العصا}} \right)$$

ايراتوستينس

■ بالتناسبية:

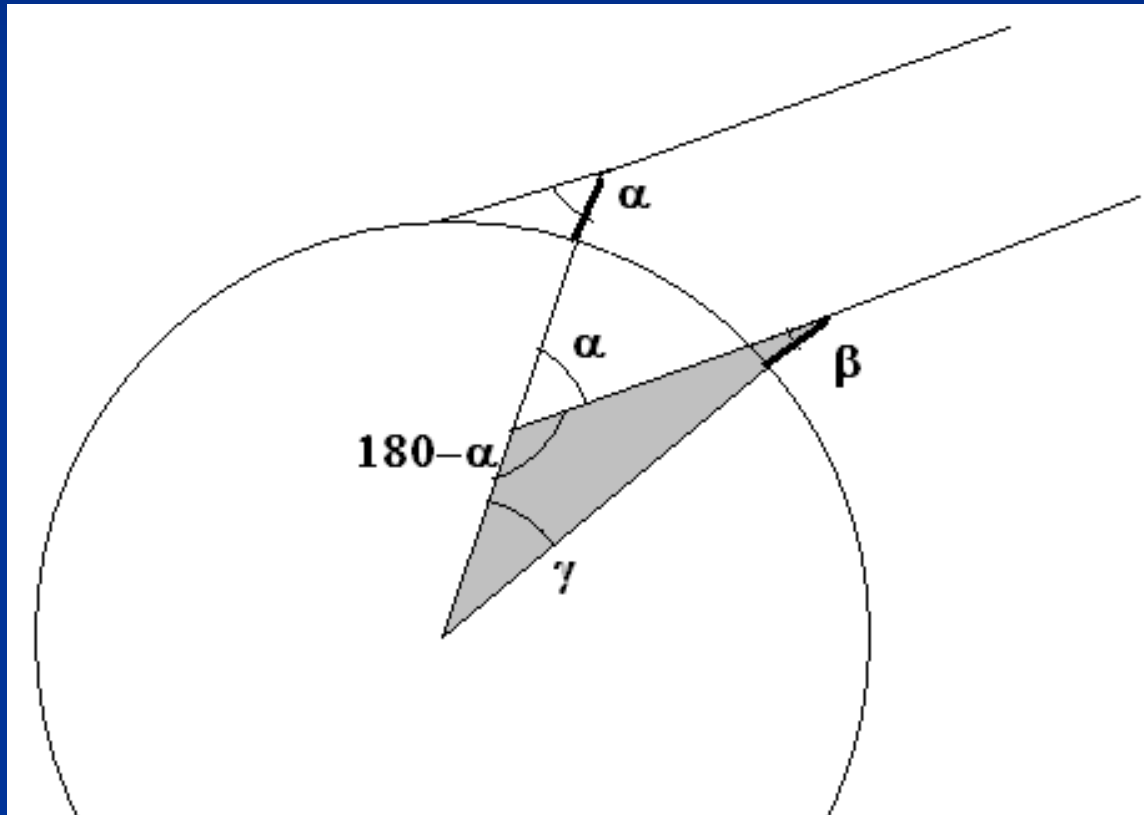
$$2 \Pi R_t / 2 \Pi = d/\gamma$$

■ نستنتج أن:

$$R_t = d/\gamma$$

■ نعلم أن γ

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



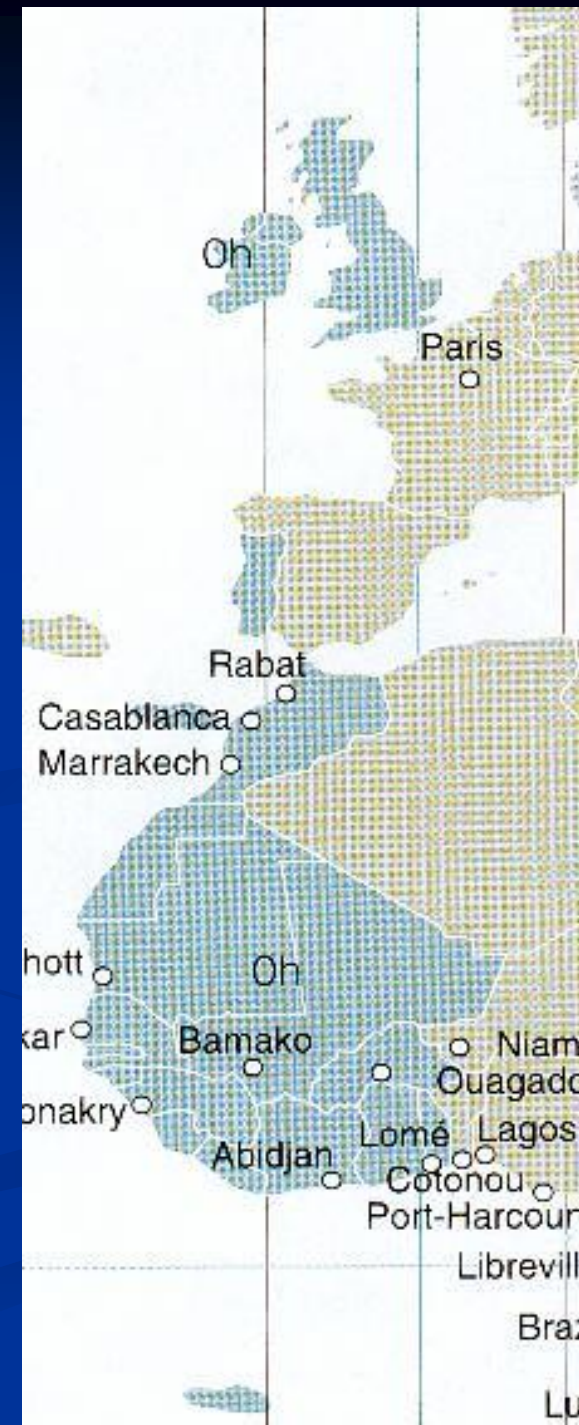
d هي المسافة بين المدن (الخريطة)

نتائجنا بطريقة ايراتوستينس

- Ripoll- Barcelone
- $\alpha = 0.5194$ radian
- $\beta = 0.5059$ radian
- $\gamma = 0.0135$ radian
- $d = 89.4$ km

■ $R_t = 6600\text{km}$

(القيمة الحقيقية هي 6378 km)



الخلاصة

- أصبحنا نعرف الكسوف والخسوف
- أنشأنا العلاقة بين المسافات في النظام أرض-قمر-شمس
- انطلاقاً من عمليات الرصد، ومن خلال صياغة البيانات التي تم الحصول عليها، يمكننا التعرف على الكون.

شكرا جزىلا على حسن
المتابعة

