المحاضرة السابعة

القمر:

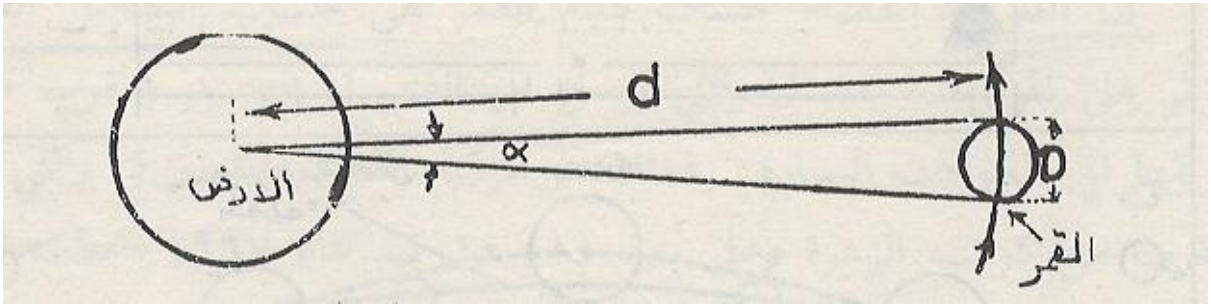
كلمة "قمر" تستخدم للإشارة إلى أي جرم سماوي أو صناعي، يدور بمدار معين حول الأرض، أو أي من الكواكب الأخرى، فكوكب زحل مثلاً له ثمانية عشر قمراً (تابعاً). وهناك تسمية أخرى للقمر ويسمّى بها أحياناً وهي "لونا". عرف القمر باللغات السامية القديمة ومنها العربية بإسم سنين ومنه اشتق اسم شبه جزيرة سيناء وجبل صنين في لبنان. جانب القمر الذي لا يُرى من الأرض يسمّى "الجانب البعيد"، أو "الجانب المظلم"، وسمّي بهذا الإسم لعدم قدرة بني البشر من النظر إليه من الأرض، فلو كانت هناك مركبة فضائية على هذا الجانب المظلم فسيتعذر الإتصال اللاسلكي بين الأرض وبين مركبة الفضاء. سيتركز هذا المقال عن القمر المتعارف عليه بين الناس، وهو القمر التابع للأرض.

الخواص الفيزيائية للقمر وطرق قياسها:

١- قطر القمر (D) : يمكن قياس معدل قطر القمر بأستخدام الطريقة الهندسية التالية:
نفرض أن الارض في مركز دائرة نصف قطرها يعادل معدل بعد القمر عن الارض والذي مقداره ٣٨٤٤٠٤ كم، فأن القوس المار بالقمر صغير جداً مقارنة بمحيط هذه الدائرة لذلك يمكن أعتباره خطاً مستقيماً ويعادل القطر الزاوي للقمر (α) ومن الشكل أدناه يمكن وضع العلاقة التالية:

$$\frac{D}{\alpha} = \frac{2\pi d}{360}$$

حيث $2\pi d$ محيط الدائرة التي نصف قطرها d
α القطر الزاوي للقمر 0.518^{o}
D قطر القمر

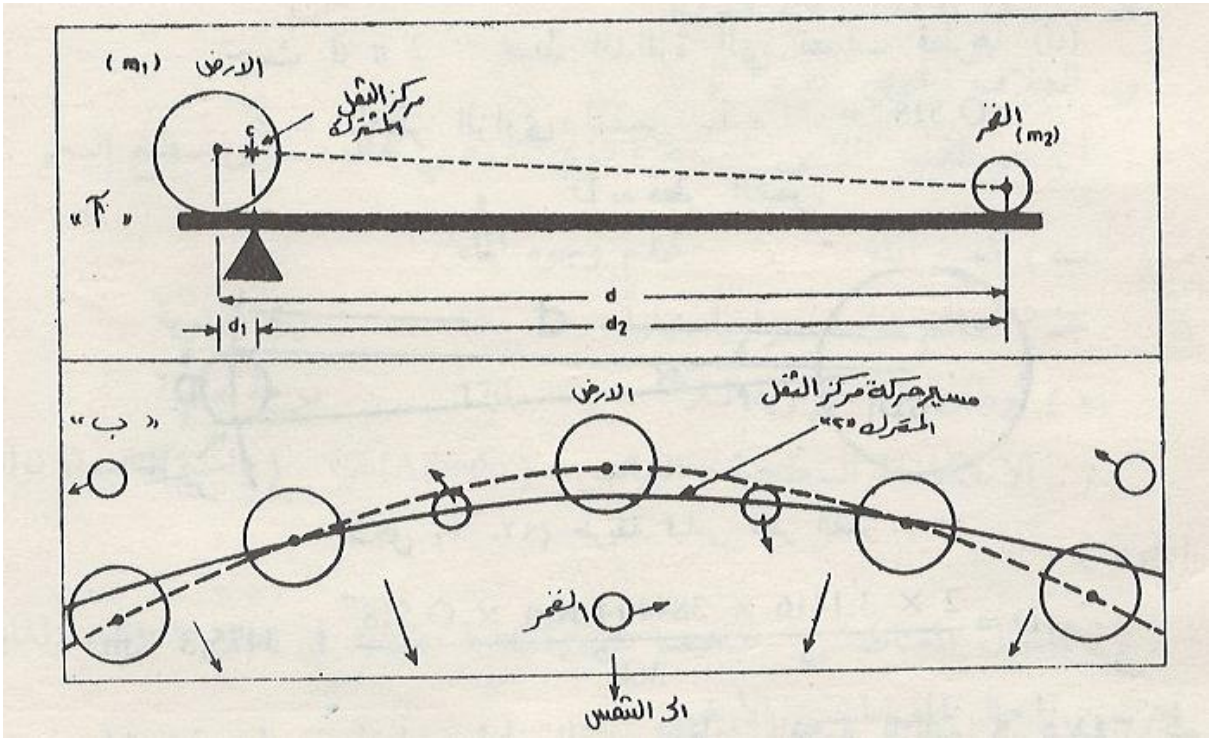


$$D = \frac{2 \times 3.1416 \times 384404 \times 0.518^{\circ}}{360^{\circ}} = 3475.3 \ \ \text{Km}$$

كتلة القمر:

يمكن أستخراج كتلة القمر بدراسة حركته وحركة الارض بالنسبة الى مركز الثقل المشترك بينهما لأن موضع مركز الثقل المشترك هو الذي يكمل دورة كاملة واحدة حول الشمس سنوياً نسبة الى قانون كبلر.

ويمكن تمثيل هذا الموضع بمركز ثقل عتلة وهمية متزنة تحمل الكرة الارضية في طرف والقمر في الطرف الاخر كما في الشكل أدناه



نلاحظ من الشكل بأن مركز الارض يصنع مدار شهري صغير حول نقطة الارتكاز مقارنة بالمدار القمري الكبير حولها وبسبب هذه الحركة المدارية يمكن ملاحظة الازاحة الشهرية لكل جرم سماوي قريب من الكرة الارضية مثل الكواكب السيارة وذلك بأجراء الارصاد الفلكية باستخدام المراقب الفلكية .

فلو فرض في الشكل اعلاه ان

d_1 = البعد بين مركز الثقل المشترك C ومركز الارض

d_2 = البعد بين مركز الثقل المشترك C ومركز القمر

d = البعد بين مركز القمر والارض

m_1 = كتلة الارض

m_2 = كتلة القمر

ومن تسجيل قيم الازاحات الشهرية التي يمكن ملاحظتها للقمر وجد أن:

d_1= 4670.7 Km
d= 384404 Km
d_2= d – d_1 = 379733.3 Km

$$\therefore \frac{m_2}{m_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{81.3}$$

m_1= 81.3 m_2

أي أن كتلة القمر تعادل ١ / ٨١.٣ مرة بقدر كتلة الارض
وبما أن كتلة الارض m_1 تساوي Kgm 5.98×10^{24}
أذن كتلة القمر تساوي Kgm 7.35×10^{22}

الدوره النجمية Sidereal Period:

دوران الارض حول الشمس بالنسبة الى نجم بعيد غير ملحوظ بسبب البعد الهائل (اقرب نجم الينا هو الظليم 'بروكسيما كانتوري' ويبعد تقريباً ٤٠,٣٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كم)، لذلك يمكن ان نفترض بان الارض ثابتة نسبياً الى نجم معين. من هنا لو نظرنا الى فترة دوران القمر حول الارض لوجدناه ٢٧.٣٢ يوماً، وتدعى هذه الدورة بالدوره الشهرية النجميه. تقاس دورة القمر الشهرية من المحاق الى المحاق او من البدر الى البدر.

من هنا يمكن ان نحسب سرعة القمر حول الارض:

$$\frac{360^\circ}{27.32 day} = 13.17 \cong 13 \,^\circ/_{day}$$

الدوره الاقترانيه Synodic Period:

في حقيقة الامر هنالك دورة اقترانية نابعة من اقتران دورة القمر حول الارض مع دوران الارض حول الشمس. العامل المهم هنا هو دوران الارض حول الشمس، الذي يؤدي الى تأخير يومين عن الدورة النجمية لاكتمال دورة القمر حول الارض. اي ان الدورة الاقترانية تستغرق ٢٩.٥٣ يوماً.

سبب الاختلاف الحاصل بين مدتي الدورة النجمية والدورة الاقترانية:

خلال مدة الدورة النجمية للقمر ٢٧.٣٢ يوماً تكون الارض قد قطعت في مدارها حول الشمس ٢٧.٣٢ درجه تقريباً اي بمعدل درجة واحدة يومياً،لان الارض تقطع خلال دورانها حول الشمس ٣٦٠ درجة، وذلك خلال ٣٦٥ يوماً تقريباً، من هنا سرعة الارض حول الشمس:

$$\frac{360^{\circ}}{365day} = 0.986 \cong 1^{\circ}/_{day}$$

ولكن في نهاية هذه المده نلاحظ بان القمر لم يكن واقعاً في موضع المحاق (اي لم يكن على الخط الواصل بين الارض والقمر) بمعنى اخر انه لم يكمل دورته نسبة الى الشمس ولكي يصل الى وضع المحاق يستلزم للقمر ان يقطع حوالي٢٧ درجة اضافية. وبما ان سرعة القمر في الدورة النجمية ١٣ درجه يومياً، فلهذا يحتاج الى يومين تقريباً لتكملة دورته الاقترانية وتصبح مدة دورانه حول الارض بالنسبه الى الشمس
٢٧.٣٢ يوماً + ٢ يوماً =٢٩.٣٢ يوماً تقريباً.

بما ان معدل حركة القمر شرقاً بالنسبه للنجوم الثابته حوالي ١٣ درجة كل يوم، ولكن يجب ان نتذكر ان الارض تدور في الوقت نفسه حول الشمس ١ درجة كل يوم، فلهذا تكون حركة القمر شرقاً بالنسبه الى الشمس حوالي ١٢ درجة في اليوم الواحد. لذلك لكي يتم القمر دورة كاملة حول الارض (٣٦٠ درجة) يحتاج الى ٣٠ يوماً!

$$\frac{360^{\circ}}{12\ ^{\circ}/_{day}} = 30day$$

وكما ذكرنا سابقاً سرعة الارض حول نفسها:
اي ان الارض تقطع درجة واحدة كل ٤ دقائق. بما ان القمر يرتفع ١٢ درجة في كل يوم، لذلك يستغرق القمر لقطع هذه المسافة من الدرجات:

$$12^{\circ} \times 4\min = 48\min$$

من هنا نستنتج بان القمر يرتفع كل يوم ١٢ درجة فوق خط الافق، ولذلك يزداد الوقت الذي يبقى فيه القمر فوق خط الافق، اي يتأخر طلوع القمر كل يوم ٤٨ دقيقة عن اليوم السابق.

مثال
ما هو ارتفاع القمر في اليوم الثاني في الشهر القمري وكم من الوقت يبقى فوق خط الافق؟
بما ان القمر يتقدم كل يوم ١٢ درجة، اذاً زاوية القمر في اليوم الثاني:

$$12\,^{\circ}/_{day} \times 2day = 24^{\circ}$$

القمر من الوقت لقطع هذه الدرجات:

$$24^{\circ} \times 4\,^{\min}/_{\circ} = 96\min \Rightarrow 1.6Hour$$

أنواع الخسوف

-1خسوف كلي :(Umbra)ويحدث عندما يدخل القمر كله منطقة ظل الأرض، وفي هذه الحالة ينخسف كامل قرص القمر. مما يؤدي إلى فقدان الرؤية نهائيا في أوقات منتصف الليل وخصوصا في المناطق الصحراوية.

-2خسوف جزئي :(Partial)ويحدث عندما يدخل جزء من القمر منطقة ظل الأرض، وفي هذه الحالة ينخسف جزء من قرص القمر.

-3خسوف شبه الظل :(Penumbral) ويحدث عندما يدخل القمر منطقة شبه الظل فقط، وفي هذه الحالة يصبح ضوء القمر باهتاً من دون أن ينخسف. ومنطقة شبه الظل هي المنطقة التي ينحجب فيها جزء من ضوء الشمس عن القمر أي أن المراقب للشمس من على سطح القمر يراها منكسفة جزئياً. ولا يصنف هذا النوع على أنه خسوف شرعي.

إذن لكي يحدث الخسوف الكلي فإنه لابد أن يحدث الخسوفان السابقان. وفي بداية الخسوف الكلي فإن لون القمر يميل للحمرة بسبب الأشعة الحمراء التي لايمكن امتصاصها من أعلى الغلاف الجوي للأرض.

تنشأ ظاهرة خسوف القمر في منتصف الشهر القمري عندما تحجب الأرضُ ضوءَ الشمس أو جزءاً منه عن القمر. بمعدل خسوفين لكل سنة. ويمكن رؤية الخسوف في المناطق التي يكون فيها القمر فوق الأفق. وتحدث تلك الظاهرة عبر المراحل التالية

-1يبدأ القمر بدخول منطقة شبه ظل الأرض (penumbra) فيبدأ ضوءه بالخفوت دون أن يخسف (خسوف شبه الظل بالمصطلح الفلكي). ومنطقة شبه الظل التي ينحجب فيها بعض ضوء الشمس عن القمر بسبب الأرض.

-2يبدأ القمر بدخول منطقة ظل الأرض (umbra) فيبدأ الخسوف الجزئي. ومنطقة ظل الأرض هي المنطقة التي تنحجب فيها الشمس كاملة بسبب الأرض.

-3يخسف كامل قرص القمر عند اكتمال دخوله إلى منطقة ظل الأرض.

-4يبدأ القمر بالخروج من منطقة ظل الأرض فينتهي الخسوف الكلي.

-5يخرج القمر تماماً من منطقة ظل الأرض فينتهي الخسوف الجزئي.

-6يخرج القمر تماماً من منطقة شبه ظل الأرض فينتهي كامل الخسوف بالمعنى الفلكي.

لماذا لا يحدث الخسوف والكسوف كل شهر

عند بداية أو نهاية الشهر القمري فإن القمر يتوسط بين الأرض والشمس ولو كان القمر يدور في نفس مستوى دوران الأرض حول الشمس لكان الخسوف والكسوف يحدثان كل شهر، ولكن لأن مستوى دوران القمر حول الشمس يميل بزاوية مقدارها خمس درجات تقريباً. لذلك السبب لا يحدث الكسوف أو الخسوف إلا عندما تمر الشمس (بسبب دوران الأرض حول الشمس) في نقطة التقاء المستويين أو ما تسميان بالعقدتين. وتمر الشمس مرتين كل سنة فيهما. لذلك تحدث تلك الظاهرة بمعدل مرتين كل سنة مثل ظاهرة خسوف القمر.

وتسمى الفترة التي تبقى الشمس في العقدتين بفترة الخسوف والكسوف حيث تبقى في كل عقدة أكثر من شهر وهو ما يجعل كل كسوف شمس يرافقه على الأقل خسوف قمر إما قبله أو بعده بنصف شهر والعكس صحيح. وتستغرق الشمس فترة ٣٤٦.٦٢ يوم كي تعود إلى نفس العقدة وتلك الفترة تسمى السنة الكسوفية لذلك يتوقع بعد تلك الفترة أو نصفها حدوث خسوف وكسوف ما على سطح الأرض. وبسبب الفرق بين السنة الكسوفية والسنة الشمسية فإن القمر يعود إلى نفس النقطة التي يحدث فيها الخسوف أو الكسوف بعد ١٨ سنة و ١١.٣ يوم أو ما تسمى بدورة الساروس للقمر والتي اكتشفها البابليون في عصور قبل الميلاد.

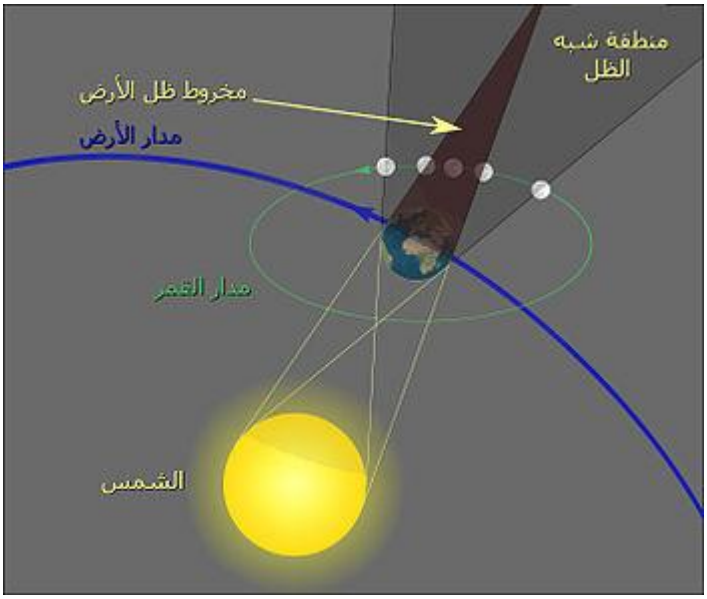
إن درجة حرارة سطح القمر المضاء بالشمس تبلغ أكثر من ١٣٠ درجة مئوية أي إذا وضعنا الماء فسوف يغلي مباشرة! وعندما تعترض الأرض أشعة الشمس الساقطة على القمر فتحجبها تماماً تنخفض درجة الحرارة على سطح القمر إلى ما دون -٩٩ درجة تحت الصفر، وهذا يعني أنه في غضون الساعة والنصف وهي مدة الكسوف تقريباً يعاني سطح القمر من تغير في درجة حرارته بحدود ٢٢٩ درجة مئوية! (٣).

حقائق وأرقام

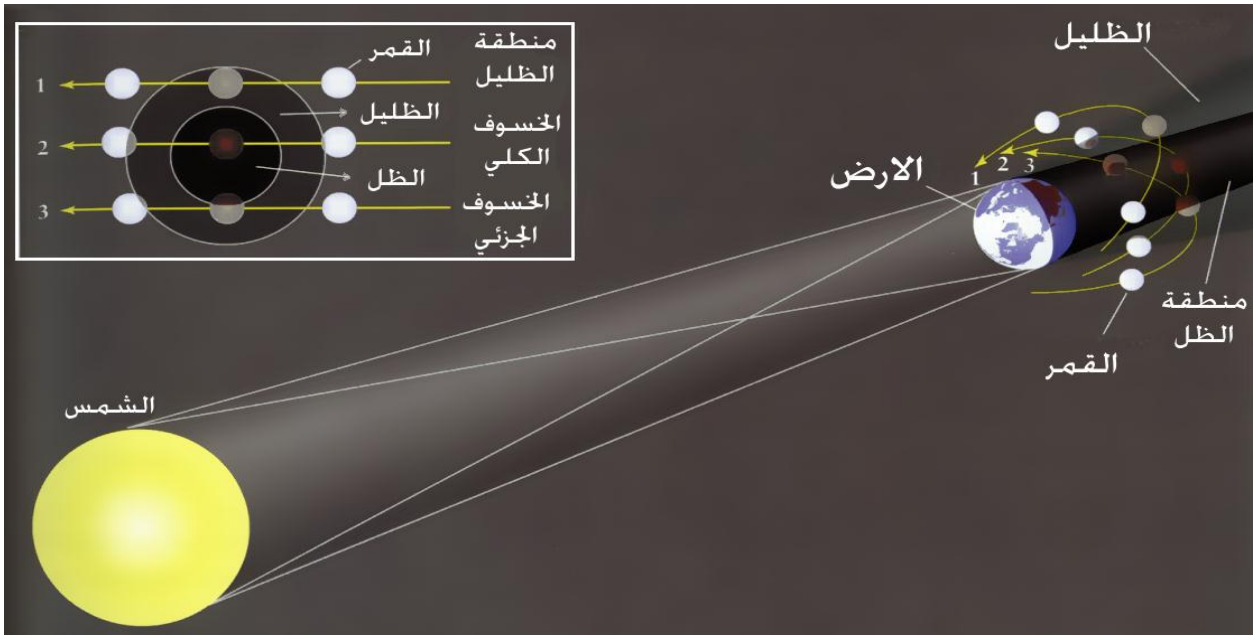
أطول خسوف كلي للقمر استمر ساعة و ٤٠ دقيقة.

أما أطول كسوف كلي للشمس فلم يستمر أكثر من ٧ دقائق و ٤٠ ثانية.

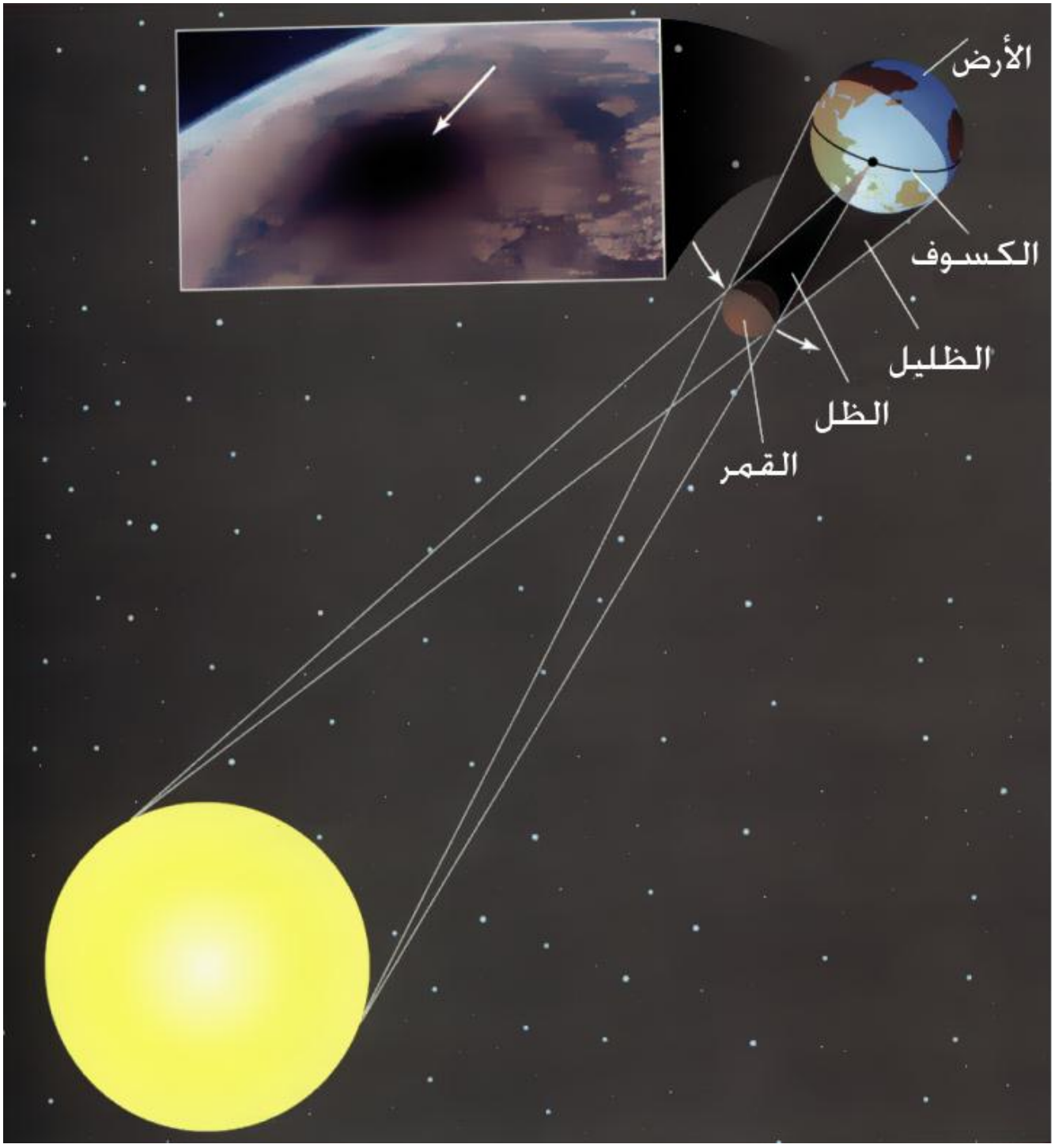
الخسوف القمري يمكن أن يحدث ثلاث مرات كل سنة. أما كسوف الشمس فيمكن أن يحدث ٥ مرات في سنة واحدة.

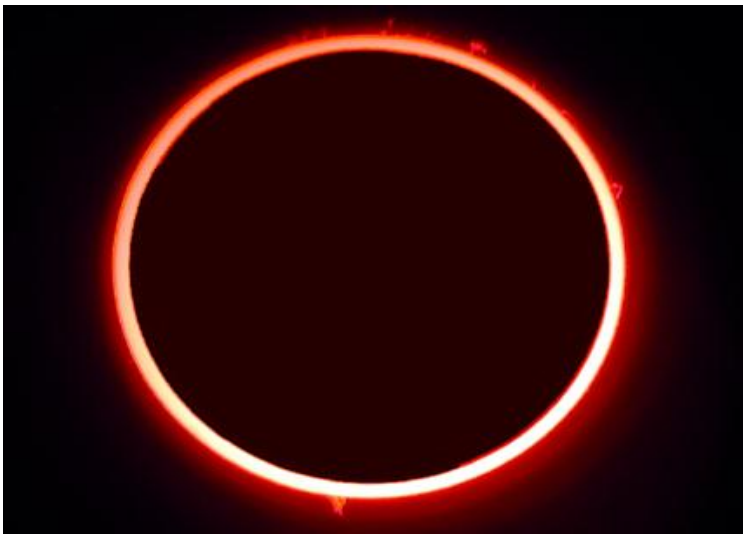


لماذا لا يحدث كسوف وخسوف كل شهر؟



كسوف الشمس



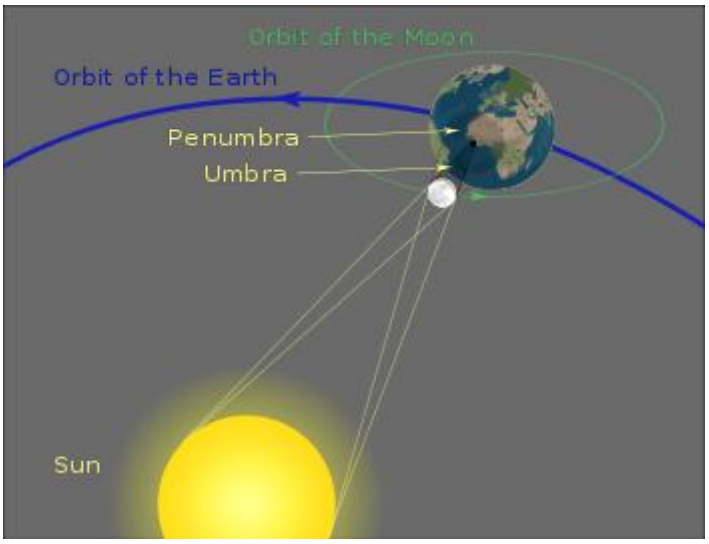


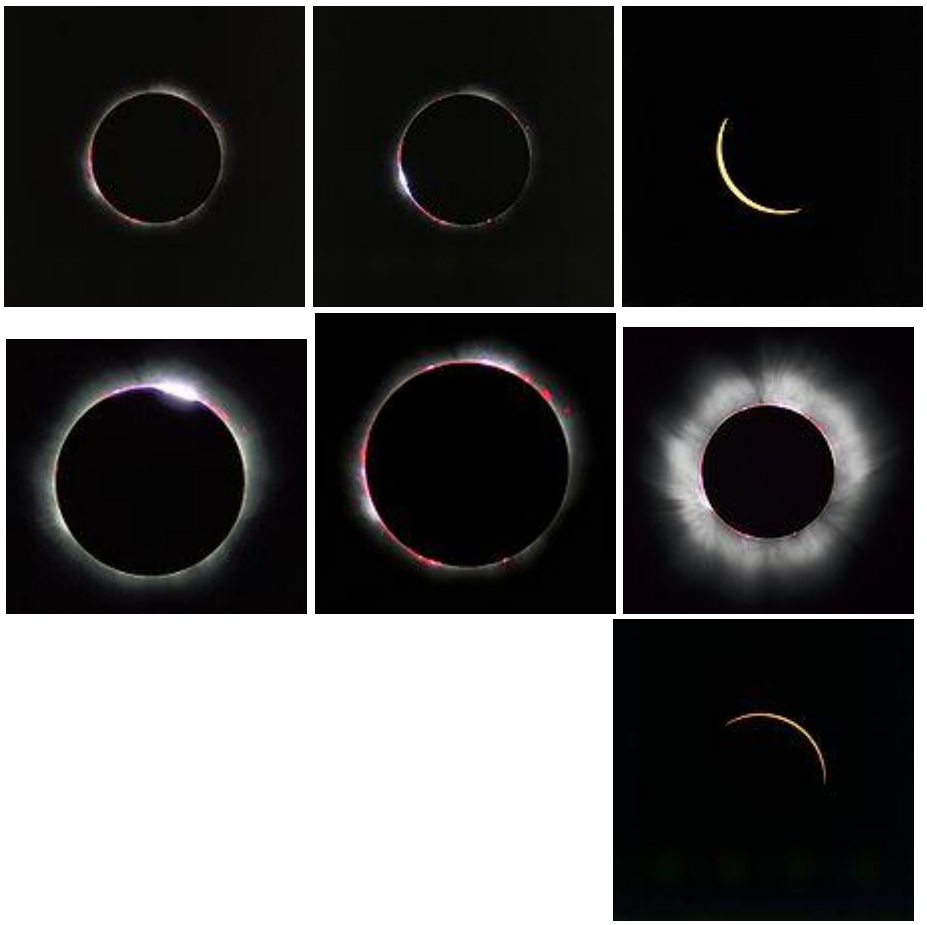
مستوى مدار القمر يميل عن مستوى مدار الارض بزاويه تتغير من ٤.٥٧ درجه الى ٥.٢٠ درجة، وذلك بسبب تأثير جاذبية الشمس والارض، اي ان معدل هذه الزاويه ٥ درجات. فلهذا يتقاطع المداران في نقطتين تدعيان بالعقده الصاعده Ascending node والعقده النازله Descending node، استنادا الى حركة القمر شمالا او جنوبا نسبة الى مدار الارض

كسوف الشمس هي ظاهرة فلكية تحدث عندما تتوضع الأرض والقمر والشمس على استقامة واحدة تقريبا ويكون القمر في المنتصف أي في وقت ولادة القمر الجديد عندما يكون في طور المحاق مطلع الشهر القمري بحيث يلقى القمر ظله على الأرض وفى هذه الحالة إذا كنا في مكان ملائم لمشاهدة الكسوف سنرى قرص القمر المظلم يعبر قرص الشمس المضئ.

و بالرغم من أن القمر يتواجد مرة كل مطلع شهر قمري بين الشمس والأرض أي يمكن للقمر ان يكون في طور المحاق ولكنه أبعد من أن يصل ظله إلى الأرض فلا يحدث الكسوف حينها وكذلك قد يكون القمر في طور البدر وبعيدا في مداره عن الأرض بحيث لا يحدث الخسوف ويعود هذا إلى المدار الإهليلجي للقمر حول الأرض وميل مدار القمر حول الأرض على المستوى الكسوفي بزاوية ٥ درجات بحيث لا تتواجد الأجرام الثلاثة على مستقيم واحد بالضرورة مطلع ومنتصف كل شهر.

ويتقاطع مدار القمر في دورانه حول الأرض مع المستوى الكسوفي في موضعين يسميان العقدة الصاعدة والعقدة النازلة فلو كان مستوى مدار القمر حول الأرض منطبقا على المستوى الكسوفي لحصل كسوف نهاية كل شهر قمري بالضرورة ولحدث خسوف قمرى منتصف كل شهر قمري لكن ظل القمر لا يسقط على الأرض إلا عندما يكون القمر في إحدى عقدتيه أو قريبا منهما لافتا إلى أن فترة الكسوف ترتبط بفارق الحجمين الظاهرين للشمس والقمر، بحيث تحدث أطول فترة للكسوف الكلي عندما يكون القمر في الحضيض (أقرب ما يكون إلى الأرض) وتكون الأرض في الأوج (أبعد ما تكون عن الشمس). بشكل عام قد تستمر عملية الكسوف الكلي من بدايتها إلى نهايتها قرابة الثلاث ساعات ونصف. أما مرحلة الكسوف الكلي (أي استتار قرص الشمس بشكل كامل) فهي تتراوح من دقيقتين إلى سبع دقائق في أحسن الأحوال، ويعود السبب إلى أن قطر بقعة ظل القمر على الأرض لا يصل في أحسن الأحوال لأكثر من ٢٧٠ كيلومتر، وبما أن سرعة حركة ظل القمر على الأرض تبلغ قرابة ٢١٠٠ كيلومتر في الساعة فان المسافة ٢٧٠ كم تقطع خلال مدة تقارب السبع دقائق. لهذا لا تدوم مدة الكسوف الكلى أكثر من هذه المدة أبد





أنواع الكسوف

١. كسوف كلي:(Total-Central) ويحدث عندما يصل ظل القمر إلى سطح الأرض وفي هذه الحالة ينكسف كامل قرص الشمس. وعندها تظهر الحلقة ماسيةويحدث الكسوف الكلي في مناطق التقاء رأس مخروط ظل القمر بالأرض. ويتخذ الكسوف الكلي مساراً محدداً بسبب حركة الأرض والقمر.

٢. كسوف جزئي : ويحدث في المناطق التي يسقط فيها شبه ظل القمر على سطح الأرض. وشبه ظل القمر في هذه الحالة هي المنطقة التي لا يرى كامل قرص الشمس منها أي أن قرص

الشمس لن يشاهد كاملاً من هذه المناطق. وتزداد نسبة الكسوف الجزئي عند الاقتراب من منطقة (مسار) الكسوف الكلي. وفي هذه الحالة ينكسف جزء من قرص الشمس

٣. كسوف حلقي أو خاتميّ : ويحدث عندما يكون القمر في نقطة بعيدة ما عن الأرض (لأن مسار القمر حول الأرض بيضاوي) فيكون قرص القمر أصغر من أن يحجب كامل قرص الشمس، وفي هذه الحالة لايصل رأس مخروط ظل القمر إلى سطح الأرض، فينكسف قرص الشمس من الوسط في المناطق التي تقع في امتداد مخروط الظلّ وقد تصل فترة حلقتيه إلى اثنتى عشرة دقيقة وثلاثين ثانية وذلك بسبب المسافة الأكبر التي يجب على قرص القمر الصغير ان يقطعها.

الفرق بين الكسوف والخسوف:-

يقال الخسوف لظاهرة غياب القمر، والكسوف لظاهرة غياب الشمس . وقيل: الكسوف فيهما إذا زال بعض ضوئهما، والخسوف: إذا ذهب كله. ويقال عين خاسفة: إذا غابت حدقتها، والأرض والقمر جسمان معتمان يأتيهما الضوء من الشمس . والخسوف يحدث عندما يكون القمر والأرض والشمس على خط واحد مستقيم . فالأرض تبعد عن الشمس مسافة ٩٣ مليون ميل ويبعد القمر عن الأرض ٢٣ ألف ميل وقطر الشمس أكبر ٤٠٠ مرة من قطر القمر . والكسوف يكون للشمس و غيابها نهاراً .وعندها نقول كسوفا كليا او جزئيا .أما الخسوف فيكون للقمرفي غيابه ليلاً عندها نقول خسوفا كاملا او جزئيا. ولما يكون القمر بيننا وبين الشمس يكون نصفه المظلم أمامنا ونصفه المضيء من الجهة المقابلة للشمس، فلا نرى منه شيئاً ويسمى هذا الوضع بالمحاق . وعندما يتحرك القمر إلى الشرق يبدأ الوجه المضيء بالإطلال علينا ونسميه هلالاً إلى أن يصل إلى الجهة المقابلة فنرى نصف القمرالمواجه للأرض و المضيء بدرا كاملا ثم يعود ليصبح محاقا لايري . وهذه الظاهرة الطبيعية تحدث منذ أن خلق الله الأرض والشمس والقمر . تنشأ ظاهرة خسوف القمر lunar eclipse في منتصف الشهر القمري عندما تحجب الأرضُ ضوءَ الشمس أو جزءاً منه عن القمر. بمعدل خسوفين لكل سنة. و المرة الوحيده التي حدث فيها الخسوف ثلاث مرات هي عام ١٩٨٢ . ويمكن رؤية الخسوف في المناطق التي يكون فيها القمر فوق الأفق . وخسوف القمر غير كسوف الشمس فيمكن رؤيته من أي مكان علي الأرض عندما تكون الشمس فوق الأفق . ولو وقع القمر في منطقة شبه ظل الأرض penumbra فان جزءا من الضوء يسقط فوق سطح القمر. ومنطقة شبه الظل التي ينحجب فيها بعض ضوء الشمس عن القمر بسبب الأرض.وقد يصعب ملاحظة أن ثمة خسوفا يحدث . فيبدأ ضوءه بالخفوت دون أن يخسف (خسوف شبه الظل) .و يبدأ القمر بدخول منطقة ظل الأرض (umbra) فيبدأ الخسوف الجزئي. ومنطقة ظل الأرض هي المنطقة التي تنحجب فيها الشمس كاملة بسبب الأرض.ويخسف كامل قرص القمر عند اكتمال دخوله إلى منطقة ظل الأرض.لكن . والقمر عندما يكون في ظل الأرض لايصل ضوء مباشر لسطحه . ولو وجد شخص وقتها على القمر فإنه سوف يرى ان الارض تحجب نور الشمس ويكون حول الارض دائرة او حلقه حمراء ناتجه عن عكس الارض للشمس فتكون حالة كسوف شمسي ..ويمكن رؤية الخسوف بسهولة من فوق الأرض . والخسوف يحدث عندما يكون القمر بدرا.ولا يقع الخسوف لو مر القمر اسفل أو أعلي ظل الأرض .وكما أن بعض الضوء يصل سطح القمر حتى ولو كان في ظل الأرض بطريقة غير مباشرة لأن الضوء يمر وينكسر في جو الأرض . فيبدو سطح القمر لونه أحمر مصفرا (برتقالي) بسبب الأشعة الحمراء التي لا يمكن امتصاصها من أعلى الغلاف الجوي للأرض