

## كيف يمكننا حساب كتلة الأرض والقمر؟



## كيف يمكننا حساب كتلة الأرض والقمر؟



[www.nasainarabic.net](http://www.nasainarabic.net)

@NasalnArabic NasalnArabic NasalnArabic NasalnArabic NasalnArabic



كاتب المقال: ديف كورنريتش Dave Kornreich

يعد حساب كتلة الأرض مسألةً سهلةً بالنسبة لحساب كتلة القمر. تذكر أنه من خلال قانون الجذب العام لنيوتن:

(1)

$$(F_{\text{grav}} = GMm/(R^2)$$

**Fgrav**: قوة الجذب

**G**: ثابت الجذب العام

**M,m**: كتلة الجسمين المتجاذبين

**R**: المسافة بين مراكز الكتل.

(2) و من خلال قانون نيوتن الثاني

$$(F = ma)$$

**a**: التسارع

**F**: القوة

**m**: كتلة الجسم المتسارع

وبما أننا على معرفة مسبقة بثابت الجذب العام **G**، فكل ما علينا فعله هو القيام بإسقاط جسم معين وقياس تسارعه **a**، والذي يُساوي 9.8 م/ث<sup>2</sup> تقريباً، بغض النظر عن كتلة الجسم. وعندها سنعلم قيمة **F/m**، والتي تُساوي قيمة  $(F_{grav}/m)$  بما أن الجسم يتحرك تحت تأثير الجاذبية وحدها.

حُسِبَ نصف قطر الأرض **R** بطريقة منطقية منذ عهد إيراتوستينس **Eratosthenes** من مدينة أسوان، حيث لاحظ أن ضوء الشمس قد أثار بئراً عميقاً في أسوان، ولكن ليس في الإسكندرية خلال الانقلاب الصيفي. (فإذا كنت تعرف المسافة بين مدينتي أسوان والإسكندرية، بالإضافة إلى زاوية سقوط أشعة الشمس في الإسكندرية وأسوان في نفس التاريخ، فيمكنك معرفة الزاوية بين الشعاعين، وبالتالي نصف قطر الأرض. قم برسم صورةٍ لدائرةٍ تسقط عليها أشعة متوازية وحاول معرفة الهندسة القائمة على هذه الطريقة).

كما أن هناك طريقةً أخرى لقياس نصف القطر، قم بالسير من الشمال إلى الجنوب، وأثناء ذلك قم بقياس ارتفاع نجم الشمال فوق الأفق لمعرفة خطوط العرض. فإذا كنت تعرف مقدار المسافة التي سرت بها عبر سطح الأرض، بالإضافة إلى معرفتك للعلاقة بين المسافة الزاوية والخطية  $d = R\theta$ ، وعن طريق تقسيم المسافة على مقدار الزاوية بالراديان، ستعطيك النتيجة نصف قطر الأرض.

وبمجرد معرفة  $(G, R)$ ،  $(F_{grav}/m)$ ، يمكنك إعادة ترتيب المعادلة (1) إلى:

$$(M = (R^2) \times F_{grav} / G \times m)$$

حيث **M** كتلة الأرض، وبتعويض القيم ستحصل على كتلة الأرض.

وإذا كنت لا تعرف قيمة **G** مسبقاً، فسوف تحتاج إلى تحديد ذلك تجريبياً، وأبسط طريقة للقيام بذلك هي من خلال تجربة كافنديش **Cavendish**، حيث يُستخدم ميزان الالتوائي **torsion balance** لقياس الجذب بين زوجٍ من أوزان الرصاص.

والآن، دعونا ننتقل لمسألة حساب كتلة القمر التي هي مشكلة أكثر تعقيداً من سابقتها، تكمن المشكلة في كل من المعادلتين (1) و (2) حيث تظهر الكتلة **m** في نفس العلاقة مع القوة **F**، وهذا لا يسمح لنا باستخدام هاتين المعادلتين فقط لإيجاد الحل، حيث أن تسارع الجسم لا يعتمد على كتلته.

يمكنك تقدير ذلك عن طريق افتراض أن كثافة القمر تساوي كثافة الأرض، وعن طريق إيجاد النسبة بين حجم القمر إلى حجم الأرض، يمكن لك تقدير كتلة القمر عن طريق العلاقة التالية:

$$M_{\text{moon}} \sim (V_{\text{moon}}/V_{\text{earth}}) \times M_{\text{earth}}$$

ولكن ذلك سيعطيك كتلةً عاليةً جداً، حيث تبين أن كثافة القمر أقل من كثافة الأرض، ولكن بمجرد إرسالنا لمركبة فضائية إلى مدار القمر، فقد تمكنا من قياس تأثير قوة جاذبية القمر عليها، وحصلنا على قياسٍ دقيقٍ جداً لكتلة القمر بنفس الطريقة التي قسنا بها كتلة الأرض.

لكنني أعتقد أن الكتلة الحقيقية للقمر كانت معروفة قبل ذلك عن طريق القياسات الفلكية الدقيقة. حيث يدور كلٌّ من القمر والأرض حول مركز الكتلة المشترك بينهما، الذي يقع داخل الأرض ولكن ليس في مركزها، وتعتمد المسافة بين مركز الكتلة المشترك وبين مركز الأرض على كتلة القمر.

• التاريخ: 2017-09-26

• التصنيف: أسأل فلكي أو عالم فيزياء

#القمر #الجاذبية #الأرض #قانون نيوتن #كتلة الأرض



## المصادر

• [curious.astro](http://curious.astro)

• الصورة

## المساهمون

• ترجمة

◦ ريم محمد

• مراجعة

◦ Azmi J. Salem

• تحرير

◦ روان زيدان

◦ مريانا حيدر

• تصميم

◦ علي ناصر عمير

• صوت

◦ رماء ذكر الله

• مكساج

◦ باسم بوفنشوش

• نشر

◦ مي الشاهد

◦ روان زيدان