أسهل عشر طرق يمكنك أن تتأكد من خلالها أن الأرض كروية وليست مسطحة

الأرض من محطة الفضاء الدولية: يظهر انحناء الأرض في هذه الصورة الملتقطة عام 2014 من محطة الفضاء الدولية، من قبل رائدة الفضاء التابعة لوكالة الفضاء الأوربية سامانثا كريستوفوريتي Samantha Cristoforetti. حقوق الصورة: NASA/Samantha Cristoforetti

الأدلة أمامك مباشرة! بقلم موريل سكوتليندر **Moriel Schottlender**.

خمس طرق يمكنك من خلالها أن تتأكد من أن الأرض ليست مسطحة

نُشرت هذه القصة في الأساس عام 2008 في موقع سمارتر زان زات **Smarter Than That**، والآن نعيد نشر نسخة معدلة قليلاً منها على موقع **Popular Science** في ضوء الاهتمام مؤخراً بهذا الموضوع.

أدركت البشرية دائرية الأرض منذ بضعة آلاف من السنين، وأنوي أن أبين طرقاً أكثر لإثبات أن الأرض ليست مسطحة، كنت أمتلك بعض الأفكار عن كيفية فعل ذلك، ولكن أصبح لدي مؤخراً دافع مثير للاهتمام عندما كتب فيل بلايت **Phil Plait** "رائد الفضاء المشاغب" عن المقال المنشور مؤخراً على موقع البي بي سي عن مجتمع الأرض المسطحة.

إن تاريخ السعي الفكري لنوعنا مهم ومثير ويستحق أن يُكتب عنه، وليس الإنسان بحاجة لإنكار العلوم والمعرفة والإيمان بنظرية مؤامرة مجنونة للاستمتاع ببعض الحقائق التاريخية عن سعي البشرية للفضاء.

وإليكم الأدلة العشر لإدراك أن الأرض بالتأكيد وبلا شك وبشكل لا يقبل الجدل وبنسبة 100% ليست مسطحة.

1. القمر

الآن وقد تأكدت البشرية أن القمر ليس قطعة جبن أو إله لعوب، فإن الظواهر المصاحبة له (بداية من دوراته الشهرية وحتى الخسوف) قد فُسرت تماماً. ورغم أنها كانت تمثل لغزاً لليونانيين القدماء، وفي سعيهم نحو المعرفة خلصوا إلى بعض الملاحظات الثاقبة والتي ساعدت البشرية على اكتشاف شكل كوكبنا. لاحظ أرسطو (والذي قدم ملاحظات عديدة حول طبيعة الأرض الكروية) أنه خلال خسوف القمر (عندما تقع الأرض مباشرة بين الشمس والقمر، وتخلق بذلك ظلاً) يكون الظل الواقع على سطح القمر دائرياً، وهذا الظل هو ظل الأرض، ويُعد ذلك دليلاً قوياً على الشكل الكروي للأرض.

الخسوف القمري

الخسوف القمري

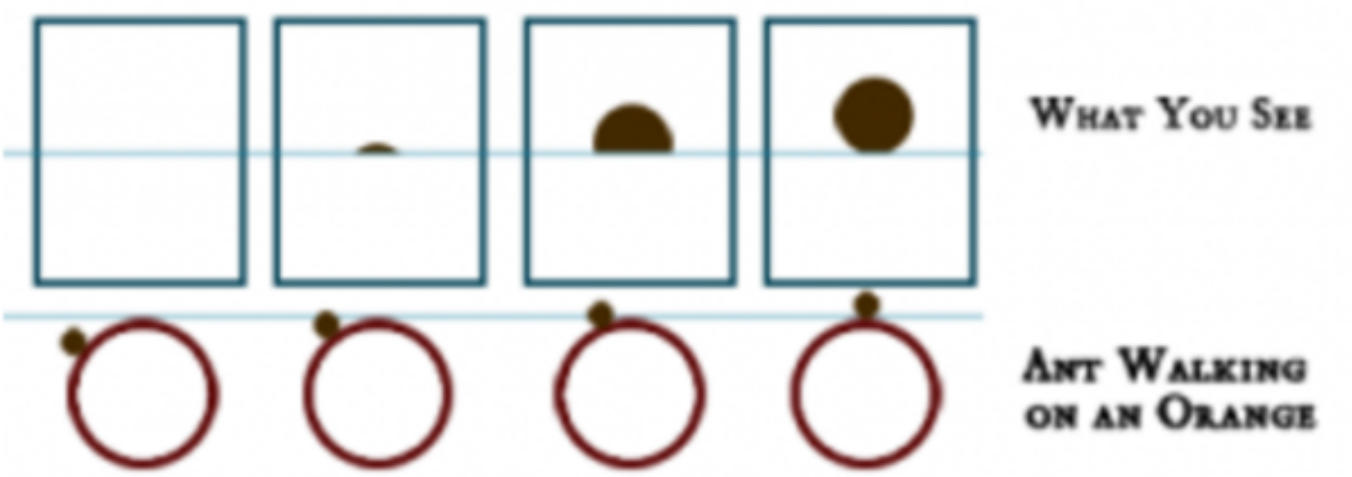
عرض متسلسل لخسوف القمر الذي حدث في الخامس عشر من أبريل 2014، يمكنك أن ترى ظل الأرض يعبر سطح القمر، والظل منحنٍ لأن الأرض كروية

وبما أن الأرض تدور (شاهد تجربة بندول فوكلت من أجل الحصول على دليل مؤكد إن كان لديك شكوك) فإن الشكل البيضوي الثابت الذي تنتجه الأرض في كل ظاهرة خسوف يُثبت أن الأرض ليست فقط مدورة وإنما كروية وهي بكل تأكيد وبدون أدنى شك ليست مسطحة.

2. **السفن والأفق**

إذا كنت قد ذهبت لأحد الموانئ مؤخراً، أو حتى أخذت نزهة على الشاطئ وحدقت بعيداً بالأفق، فربما تكون قد لاحظت ظاهرة مثيرة جداً للاهتمام وهي أن السفن المقتربة لا تظهر فجأة في الأفق (كما يجب أن يحدث لو أن الأرض كانت مسطحة) بل تبرز للوجود من تحت البحر.

ولكن ـ وكما تقول أنت ـ السفن لا تغوص وترتفع مرة أُخرى أثناء اقترابها (باستثناء فيلم قراصنة الكاريبي **Pirates Of The Caribbean** ولكننا نفترض أنه فيلم وهمي). السبب وراء ظهور السفن وكأنها تنبثق من الأمواج هو أن الأرض ليست مسطحة بل كروية.



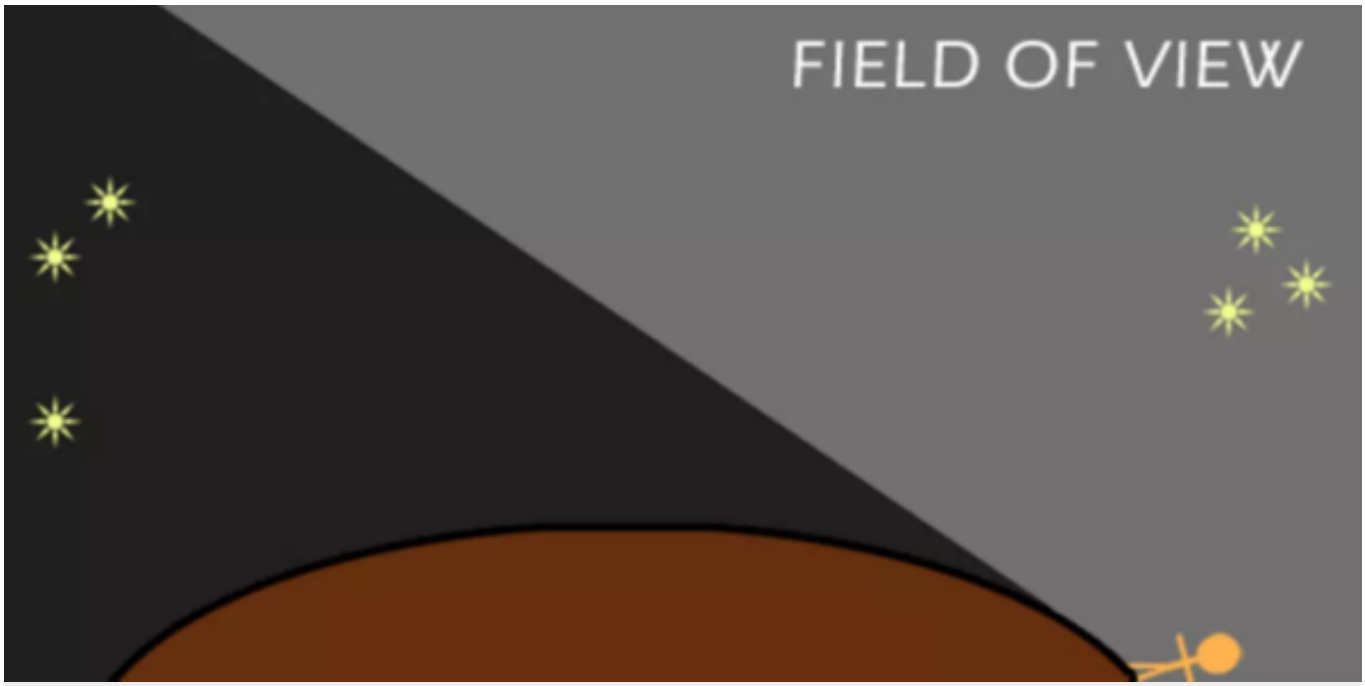
تخيل نملة تسير على سطح برتقالة لتظهر ضمن مجال رؤيتك

تخيل نملة تسير على سطح برتقالة لتظهر ضمن مجال رؤيتك. إذا نظرت للبرتقالة من الأمام ستلاحظ أن جسد النملة يرتفع من الأفق بسبب انحناء البرتقالة. لو أنك قمت بنفس التجربة على طريق طويل لتغيرت النتائج، وتجسدت النملة في مجال رؤيتك ببطء بناءً على مدى حدة بصرك.

3. **تغير كوكبات النجوم**

جاء بهذه الملاحظة في الأصل أرسطو (384 ـ 322 ق.م) الذي أعلن دائرية الأرض مستنداً إلى الكوكبات النجمية (التشكيلات النجمية) المختلفة **constellations** التي نراها أثناء ابتعادنا عن خط الاستواء.

مراقبة النجوم على أرض كروية



مراقبة النجوم على أرض كروية

وقد لاحظ أرسطو (384–322 ق.م) بعد عودته من رحلته لمصر أن "هناك نجوم يمكن رؤيتها في مصر وقبرص بينما لا يمكن رؤيتها من المناطق الشمالية". يمكن تفسير هذه الظاهرة فقط إذا كان البشر يشاهدون النجوم من على سطح مدور كروي. وتابع أرسطو زاعماً أيضاً إن "حجم هيكل الأرض الكروي ليس بالكبير، وإلا لما كان التغيير البسيط في المكان يسبب تأثيراً واضحاً بهذه السرعة".

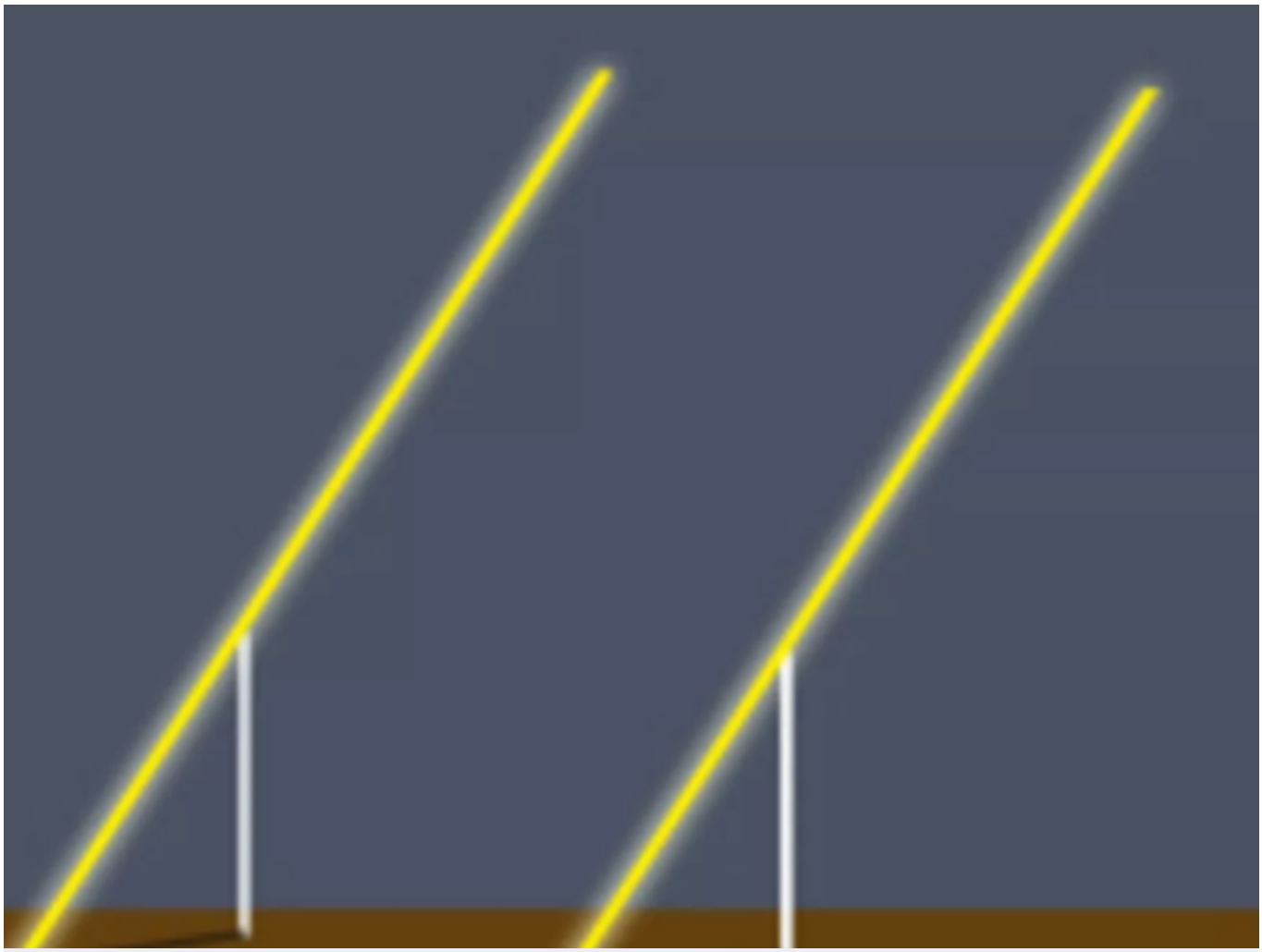
كلما ابتعدت عن خط الاستواء كلما تحركت الكوكبات النجمية التي تعرفها باتجاه خط الأفق وحلت محلها نجوم أُخرى، لم يكن هذا ليحدث لو أن الأرض مسطحة.

مراقبة النجوم من على أرض مسطحة

4. **الظلال والعصي**

إذا غرست عصا بأرضٍ دبقة، فإنها تُنتج ظلاً، وسيتحرك هذا الظل بمرور الوقت (وهو المبدأ الذي صُممت على أساسه ساعات الظل قديماً)، ولو أن الأرض مسطحة لأنتجت اثنتان من العصي ظلين متشابهين عند وضعهما بموقعين مختلفين.

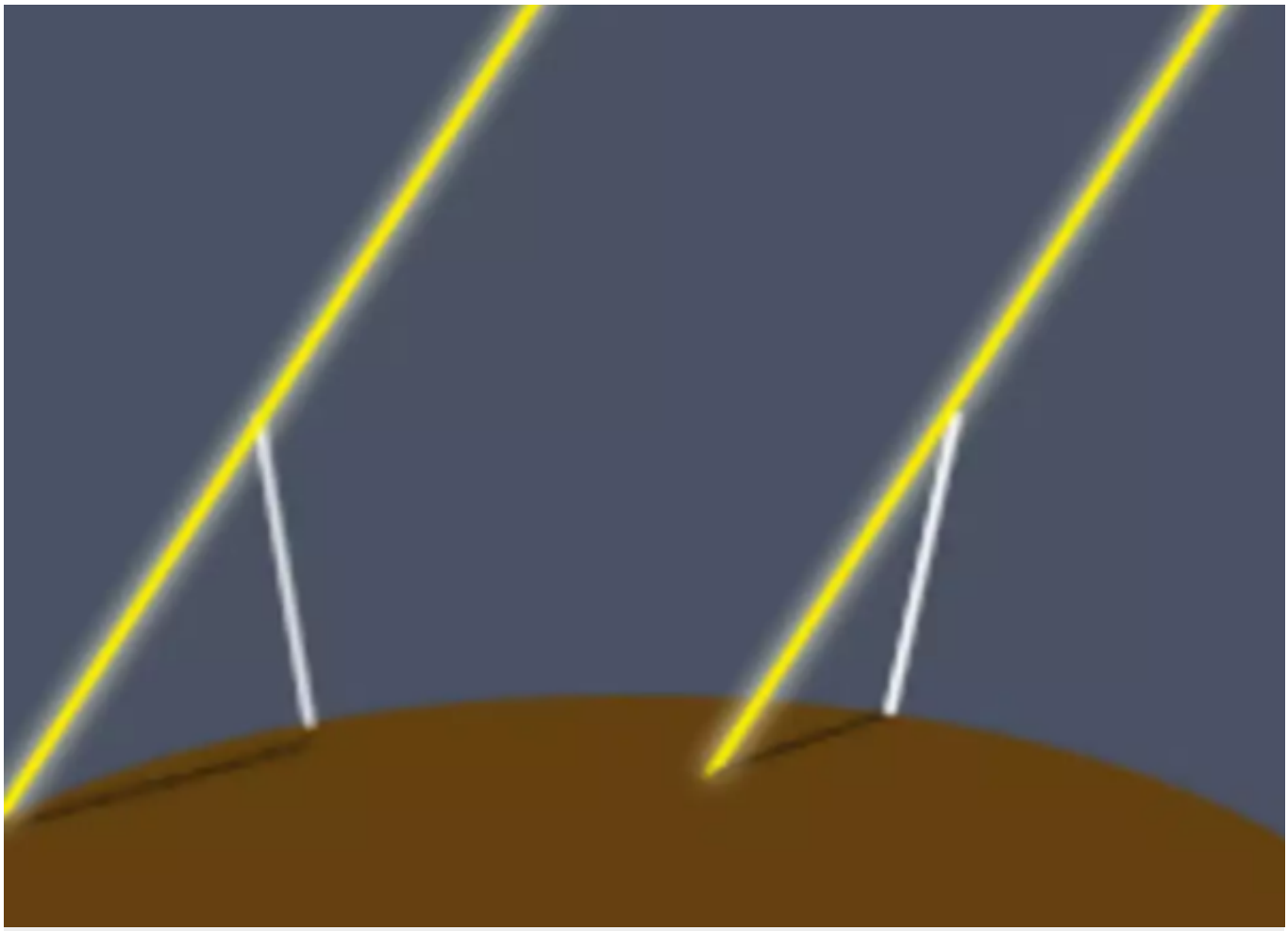
ظلال العصي على أرض مسطحة



ظلال العصي على أرض مسطحة

تخيل أشعة الشمس (الممثلة بالخطوط الصفراء) تسقط على اثنتين من العصي (الممثلة بالخطوط البيضاء) وبينهما مسافة. لو أن الأرض مسطحة لكان طول الظلين متساوٍ بغض النظر عن المسافة التي تبعد بينهما، ولكن هذا لا يحدث، لأن الأرض كروية وليست مسطحة.

ظلال العصي على أرض كروية



ظلال العصي على أرض دائرية

بسبب كروية الأرض، فإن العصي الموضوعة على مسافات من بعضها ستلقي بظلال مختلفة الأطوال.

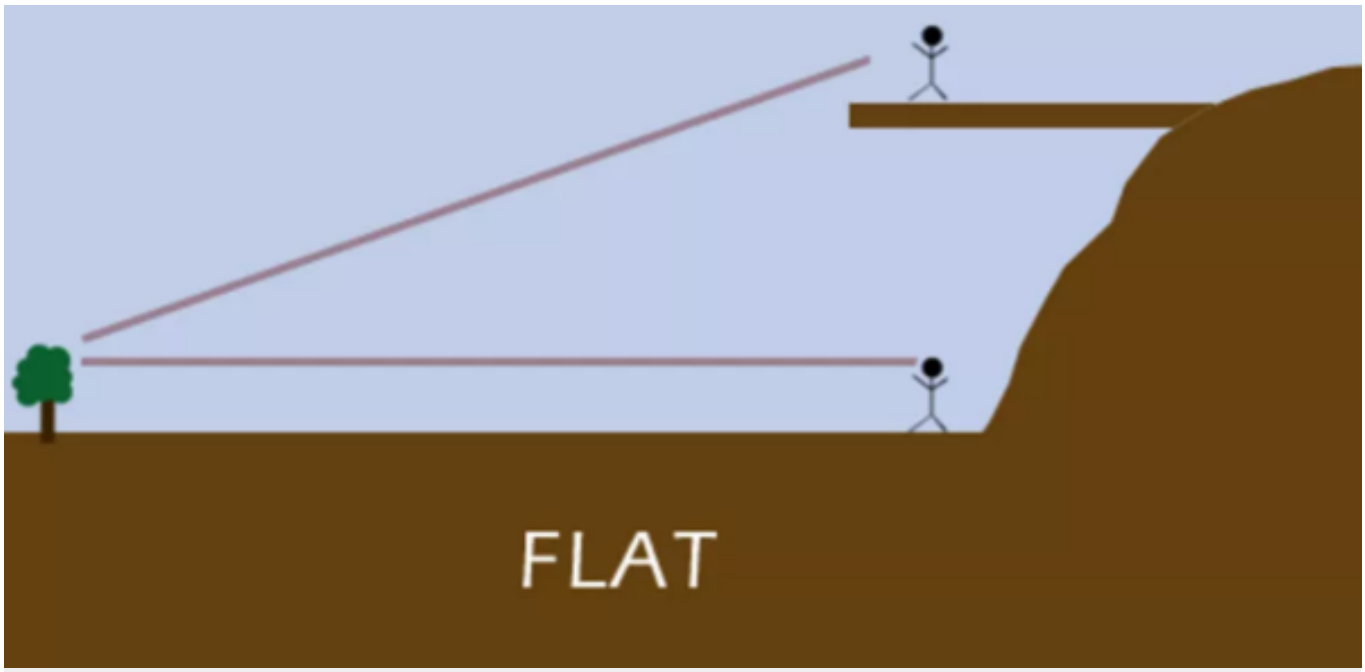
وقد استخدم إراتوستينس (276–194 ق.م) هذا المبدأ ليحسب محيط الأرض بدقة عالية. ولتتعرف إلى الطريقة، عد إلى "فيديو التجربة" الذي أتحدث فيه عن إراتوستينس ومحيط الأرض.

5. **الرؤية لمسافة أبعد أكثر من الرؤية لمسافة أعلى**

قف على مرتفع مستو وانظر باتجاه خط الأفق ستتعب عيناك من التحديق لذلك أخرِج منظارك المفضل وابدأ بالتحديق لأبعد ما يمكنك رؤيته (بمساعدة المنظار). بعدها اذهب وتسلق أقرب شجرة، وكلما ارتفعت أكثر كلما كان أفضل، فقط كن حذراً ألا توقع المنظار فتنكسر عدستاه. ثم انظر مرة أخرى وحدق بعينيك من خلال المنظار باتجاه خط الأفق.

كلما كنت أكثر ارتفاعاً كلما استطعت أن ترى مدى أبعد. عادةً ما نميل إلى ربط ما حدث بالعوائق التي تمنعنا من الرؤية على سطح الأرض، كوجود المنازل أو أشجار أُخرى تعترض مسار رؤيتنا على سطح الأرض، أما بالتسلق فنمتلك رؤية واضحة، ولكن هذا ليس السبب الحقيقي. فحتى لو لم يعترض مسار رؤيتك أي عوائق بينك وبين خط الأفق، فسيظل بإمكانك أن ترى لمسافةٍ أبعد كلما كنت أكثر ارتفاعاً عن سطح الأرض، مما كنت لتراه لو كنت على سطح الأرض

وهذه الظاهرة تحدث بسبب انحناء الأرض أيضاً، ولم تكن لتحدث لو أن الأرض كانت مسطحة.



مجال الرؤية لو كنت على أرض مسطحة.

مجال الرؤية على الأرض الكروية.

6. **سافر بالطائرة**

لو أنك سافرت في رحلة خارج وطنك من قبل، خاصة في رحلات طويلة، للاحظت حقيقتين مثيرتين للاهتمام عن الطائرات وعن الأرض:

يمكن للطائرات أن تسافر في خط مستقيم طويل نسبياً ولا تقع من على أي حافة، ويمكنها أيضاً أن تدور حول الأرض دون توقف إذا نظرت من شباك الطائرة خلال رحلة عبر المحيط الأطلنطي، فيمكنك أن ترى انحناء سطح الأرض عند خط الأفق لمعظم وقت

الرحلة. كان يمكن تحقيق أفضل رؤية من على متن طائرة كونكورد **Concord** ولكن هذه الطائرات اندثرت منذ زمن. وأتوق لرؤية الصور الملتقطة من على متن الطائرة الجديدة التي صممتها شركة فيرجن غالاكتيك **Virgin Galactic**، حيث سيظهر خط الأُفق منحنياً تماماً كما يبدو من مسافة بعيدة.

7. **انظر لكواكب أخرى**

صحيح أن الأرض تختلف عن باقي الكواكب، فتوجد حياة على سطح كوكبنا ولم نجد حياة على كواكب أخرى (حتى الآن). ولكن هناك سمات تشترك فيها الكواكب، وسيكون من المنطقي أن نفترض أنه إذا كانت كل الكواكب تتصرف بطريقة معينة، أو تُظهر سمات معينة ـ خاصة إذا تواجدت هذه الكواكب في أماكن مختلفة وتكونت تحت ظروف مختلفة ـ فإن الأرض ستكون كذلك أيضاً.

بعبارة أُخرى، إذا أظهر عدد كبير من الكواكب التي تكونت بمناطق مختلفة وتحت ظروف مختلفة نفس الخاصية، فإنه من المرجح أن يمتلكها كوكبنا أيضاً. تُظهر مشاهداتنا أن الكواكب كُروية (وبما أننا نعلم كيف تكونت، فمن الواضح أيضاً السبب الذي جعلها تتخذ هذا الشكل)، وما لم يكن لدينا سبب وجيه جداً للاعتقاد بغير ذلك (وهو ما ليس لدينا) فإنه من المرجح أن كوكبنا يتخذ نفس الشكل.

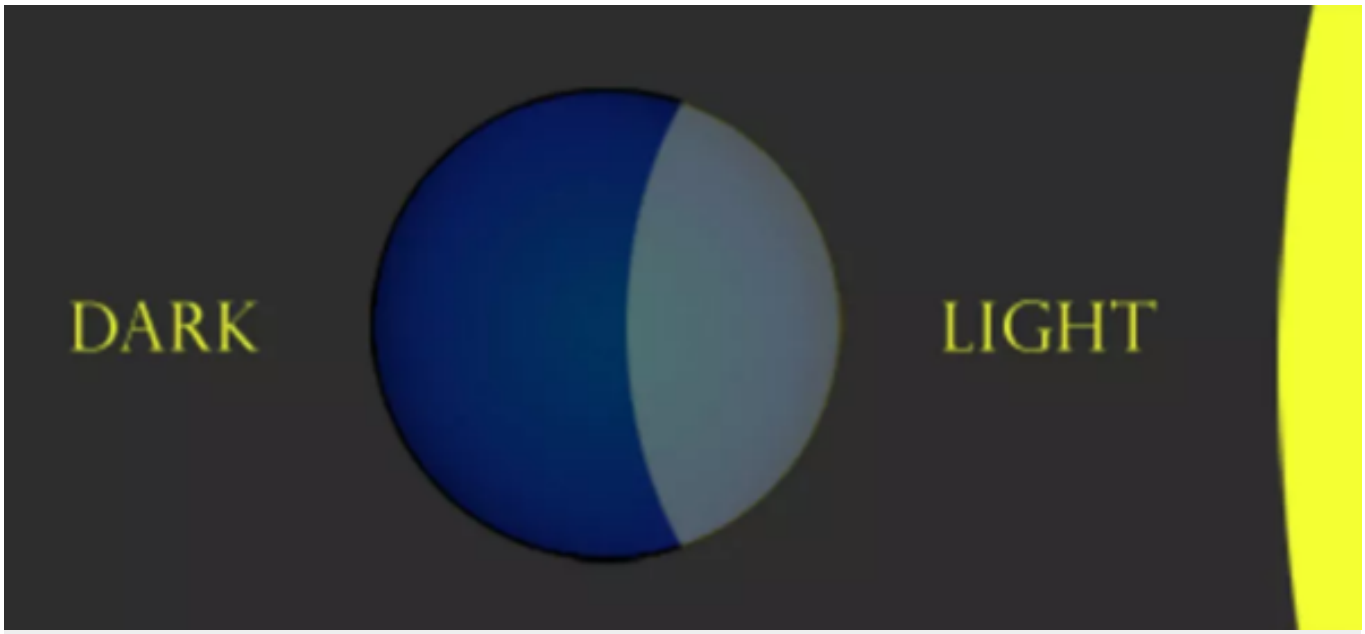
رصد غاليليو غاليلي عام 1610 أقمار المشتري وهي تدور حوله، ووصفهم بأنهم كواكب صغيرة تدور حول كوكب أكبر ـ وهو وصف (ورصد) كان من الصعب أن تقبله الكنيسة لأنه يعارض نموذج مركزية الأرض **geocentric model** حيث من المفترض أن يدور كل شيء حول الأرض. أظهر هذا الرصد أيضاً أن الكواكب (المشتري ونيبتون، والزهرة لاحقاً) كروية وجميعها تدور حول الشمس.

إن رصد كوكب مسطح (سواء كان كوكبنا أو كوكب آخر) سيكون شيئاً لا يُصدق وسيتعارض مع كل ما نعرفه عن كيفية تكون الكواكب وعن طريقة تصرفها. لن يغير فقط كل ما نعرفه عن تكوين الكواكب، بل عن تكوين النجوم أيضاً (كما سيتوجب أن تتصرف شمسنا بطريقة مختلفة تماماً لتواكب نظرية "الأرض المسطحة")، وما نعرفه عن السرعة والحركة في الفضاء (كمدارات الكواكب وتأثير الجاذبية وما إلى ذلك). باختصار، نحن لا نشك أن كوكبنا قد يكون كروياً، نحن متأكدون من ذلك.

8. **وجود المناطق الزمنية**

الوقت في نيويورك في لحظة كتابة هذه الكلمات هو 12 ظهراً. الشمس في منتصف السماء، وفي بكين الوقت 12 منتصف الليل ولن تجد الشمس في أي مكان، وفي أديليد بأستراليا الوقت هو الواحدة والنصف صباحاً أي تسبق نيويورك بأكثر من 13 ساعة. لقد غربت الشمس هناك منذ فترة طويلة لدرجة أن الشمس ستشرق مرة أُخرى قريباً معلنة بداية يوم جديد.

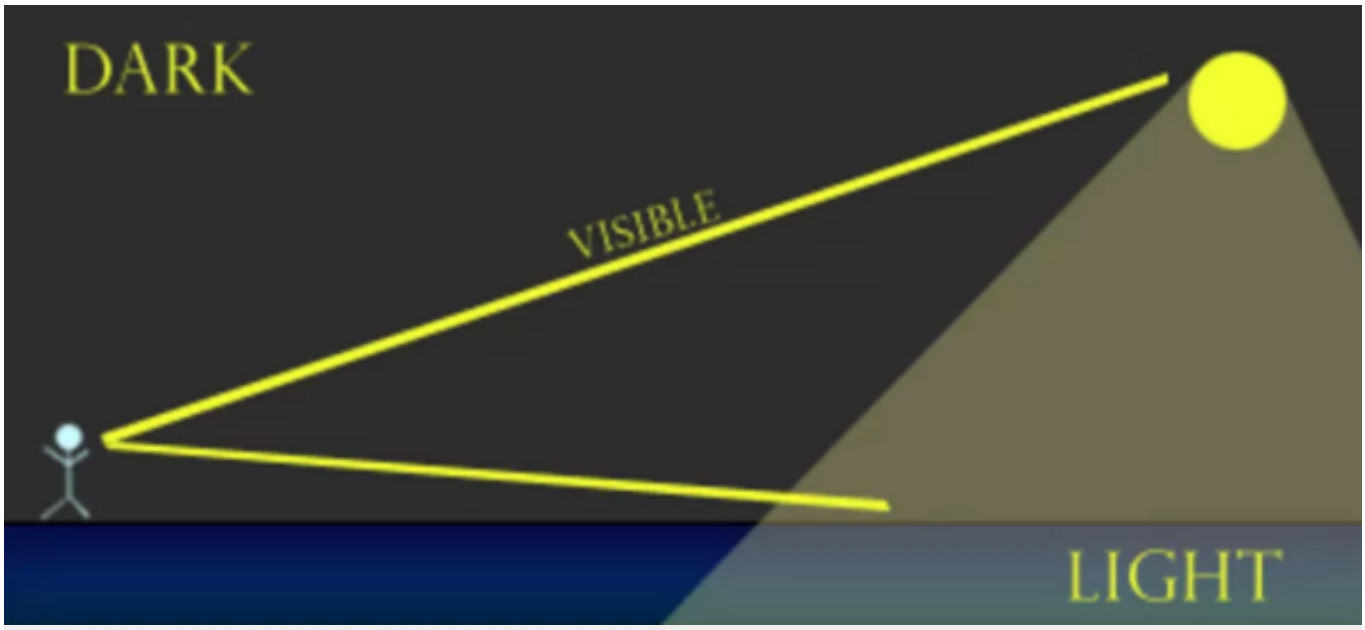
المناطق الزمنية: لدينا مناطق زمنية لأنه عندما تضيء الشمس نصف الأرض الكروية يكون النص الآخر مظلماً.



المناطق الزمنية: لدينا مناطق زمنية لأنه عندما تضيء الشمس نصف الأرض الكروية يكون النص الآخر مظلماً

يمكن تفسير هذا الأمر فقط إذا كان الكوكب كروياً ويدور حول محوره الخاص. فإذا كانت الشمس تُشرق على جزء من الأرض، فإن الجانب المقابل سيكون مظلماً والعكس صحيح، وهذا يسمح بوجود فروق التوقيت والمناطق الزمنية خاصة تلك الأكثر من 12 ساعة.

هناك فكرة أخرى تخص المناطق الزمنية، فإذا كانت الشمس مصدر ضوء نقطي موضَّع (موقعها موجه بحيث تضيء بقعة محددة) وكانت الأرض مسطحة، كنا سنرى الشمس حتى ولو لم تسطع فوقنا (كما ترى بالرسم في الأسفل). بنفس الطريقة التي يمكنك بها رؤية الضوء الصادر من الكشافات الموجودة على خشبة المسرح بالرغم من كونك تجلس مع الجمهور في الظلام، الطريقة الوحيدة التي تتواجد بها مناطق زمنية منفصلة كلياً إذا كان هناك ظلام تام في أحدهما وضوء في الأخرى هو أن يكون العالم كروياً.

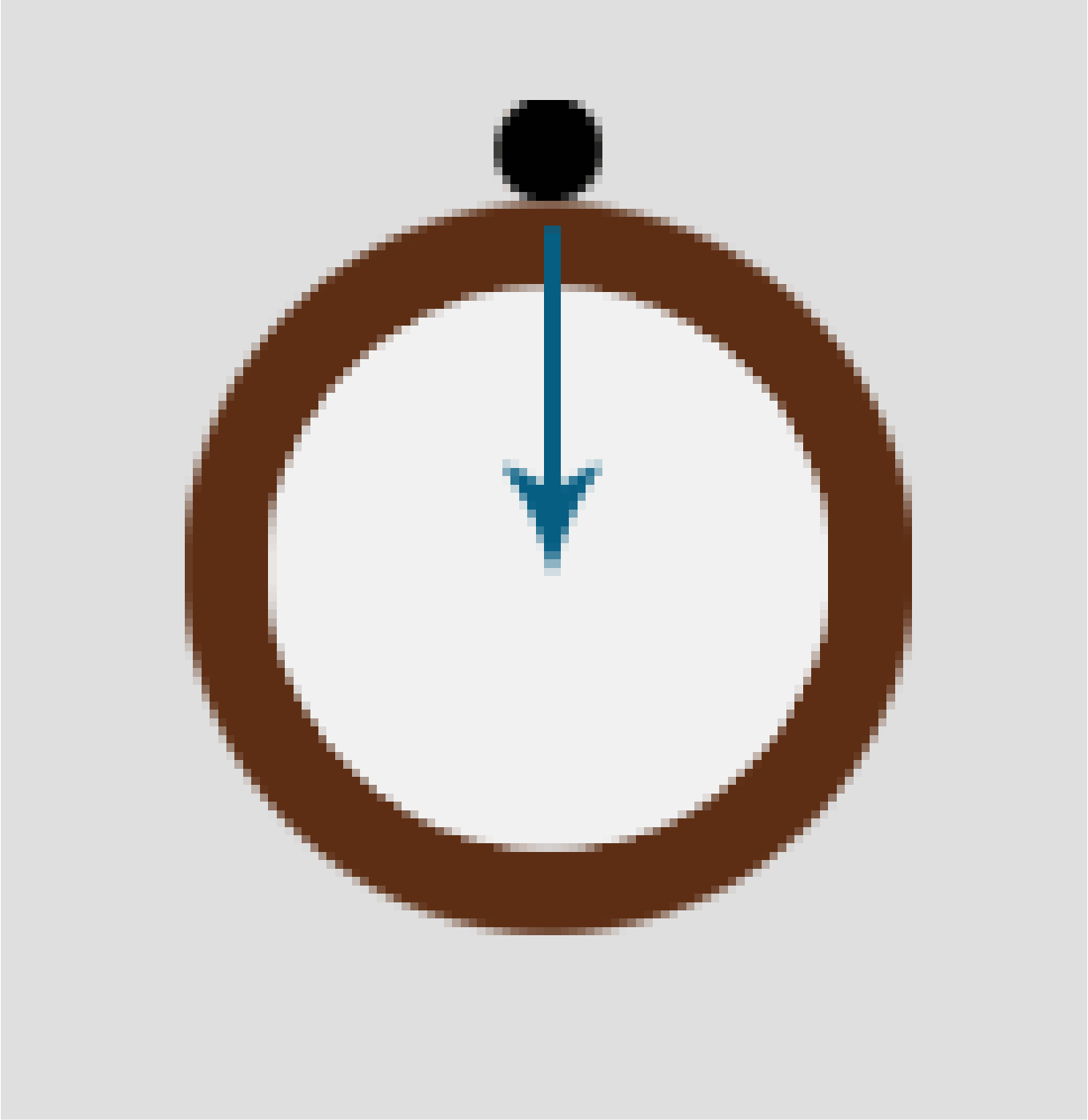


الشمس فيما لو كانت مصدر ضوء نقطي موضع

9. **مركز الجاذبية**

هناك حقيقة مثيرة للاهتمام عن الكتلة، وهي أنها تجذب الأشياء إليها. قوة الجذب (الجاذبية **gravity**) بين جسمين تعتمد على كتلتيهما والمسافة بينهما. ببساطة! سوف تسحبهما الجاذبية نحو مركز كتلة الجسمين، ولتكتشف مركز الكتلة للجسمين عليك أن تفحصهما.

مركز الكتلة لكرة



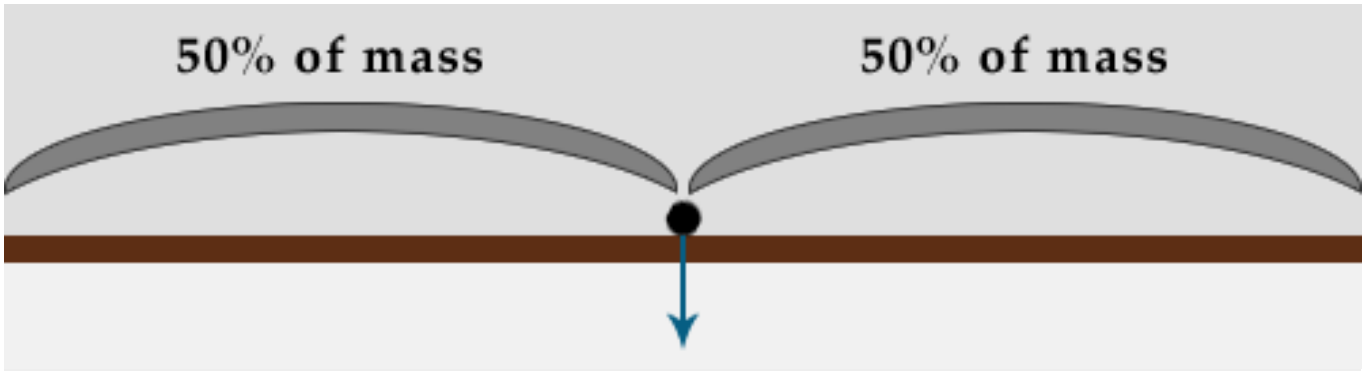
مركز الكتلة لكرة

تخيل وجود كرة، وحيث أن الكرة لها شكل متناسق، لذلك أياً كانت النقطة التي تقف عليها من الكرة فسيتواجد أسفلك نفس الحجم من الكرة. تخيل نملة تسير على سطح كرة شفافة، من وجهة نظر الحشرة، فإن المؤشر الوحيد على الحركة هو أن النملة تحرك أقدامها، أما شكل السطح فلن يتغير أبداً). يتواجد مركز كتلة الكرة عند مركزها، وهذا يعني أن الجاذبية ستجذب أي شيء على السطح باتجاه مركز الكرة (مباشرةً لأسفل) بغض النظر عن مكان تواجده.

تخيل مستوياً مسطحاً: يتواجد مركز كتلة المستوي المسطح بمركزه (بإمكانك أن تقوم بعملية التكامل، لتكون أكثر دقة)، لذلك ستسحب قوة الجاذبية أي شيء موجود على السطح باتجاه منتصفه، وهذا يعني أن قوى الجاذبية ستجذبك باتجاه منتصف السطح

المستوي وليس لأسفل كما يحدث لك عادة.

مركز الكتلة لسطح مستوٍ



مركز الكتلة لسطح مستوٍ

يتواجد مركز الكتلة لسطح مستوٍ في الوسط، ما يعني أن الجاذبية ستسحب كل شيء باتجاه مركز السطح أنا متأكد أنه حتى بالنسبة للأستراليين عندما تقع تفاحة فإنها تقع للأسفل وليس لليسار أو لليمين، وإن كنت تشك بذلك فأنا أشجعك أن تحاول إيقاع شيءٍ ما، فقط تأكد أن وقوع هذا الشيء لن يؤذيك.

لقراءة المزيد عن مركز الكتلة وعن توزيع الكتلة يمكنك أن تجده على هذا الرابط وإذا كنت شجاعاً كفاية لتتعامل مع بعض المعادلات (التي لا تتضمن التكاملات)، يمكنك أن تتعلم قانون الجذب العام لنيوتن هنا.

10. **الصور من الفضاء**

خلال الـ 60 سنة الماضية من اكتشاف الفضاء، أطلقنا الأقمار الصناعية والمسابر والأشخاص إلى الفضاء. وبينما عاد بعضهم فقد ظل البعض الآخر يسبح عبر النظام الشمسي (وبعضها أبعد منه تقريباً)، وترسل صوراً رائعة لأجهزة الاستقبال على الأرض. وفي كل الصور تظهر الأرض كروية، نعم كروية. ويظهر انحناء الأرض في العديد والعديد والعديد من الصور التي يلتقطها رواد الفضاء على متن محطة الفضاء الدولية. ويمكنك رؤية مثال حديث من حساب انستغرام الخاص بقائد محطة الفضاء الدولية السابق سكوت كيلي **Scott Kelly** هنا.

كتبت المقالة السابقة موريل سكوتليندر **Moriel Schottlender** من مدونة مور ذان ذات **more than that** عام 2008.

وإليكم من مبادرة ناسا بالعربي بعض الصور التي التقطتها المركبات الفضائية التي أرسلتها الوكالات وكذلك من محطة الفضاء الدولية.

- التاريخ: 2018-01-03
- التصنيف: اسأل فلكي أو عالم فيزياء

#الارض #الارض المسطحة #جماعة الارض المسطحة #الارض الكروية

المصطلحات

- **الكوكبة (Constellation)**: أو البرج (احياناً)، وفي علم الفلك الحديث، تُشير هذه الكلمة إلى منطقة محددة من السماء داخل الكرة السماوية التي عرّفها وحددها الاتحاد العالمي لعلم الفلك (IAU).
- **الجاذبية (gravity)**: قوة جذب فيزيائي متبادلة بين جسمين.
- **الأيونات أو الشوارد (Ions)**: الأيون أو الشاردة هو عبارة عن ذرة تم تجريدها من الكترون أو أكثر، مما يُعطيها شحنة موجبة.وتسمى أيوناً موجباً، وقد تكون ذرة اكتسبت الكتروناً أو أكثر فتصبح ذات شحنة سالبة وتسمى أيوناً سالباً

المصادر

- popsci

المساهمون

- ترجمة
  - رهام سليم
- مُراجعة
  - مريانا حيدر
- تحرير
  - روان زيدان
- تصميم
  - أسامة أبو حجر
- صوت
  - محمد بشير علي
- مكساج
  - محمد بشير علي
- نشر
  - مي الشاهد