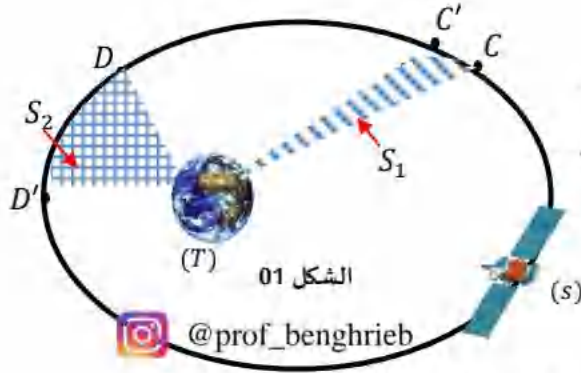


* وعيا منها برهانات تطوير الأنشطة الفضائية، اعتمدت الحكومة الجزائرية منذ نوفمبر 2006 البرنامج الفضائي الوطني 2006.2020 الذي يهدف إلى الكسب التدريجي لتكنولوجيا الفضاء وكذا الاستجابة للاحتياجات الوطنية خدمة للتنمية وطنية دائمة ...

وكالة الأنباء الجزائرية - 2017/12/ 24

I. بتاريخ 12 جويلية 2010 تم اطلاق القمر الاصطناعي الجزائري الثاني $ALSET 2$ الذي نرمله بـ (S) حيث تم وضعه في مداره الإهليليجي بنجاح، ليدور حول الأرض على ارتفاع من سطحها محصور بين $600km$ و $1000km$.

يمثل الشكل (01) مخططا مبسطا لمدار (S) حول الأرض، نعتبر (S) خاضعا لقوة جذب الأرض (T) فقط.



1. ماذا يمثل مركز الأرض بالنسبة لمدار هذا القمر؟

أذكر نص القانون الذي يوضح ذلك ثم احسب نصف قطره الكبير.

2. مثل بشكل كافي شعاع القوة التي يخضع لها (S) أثناء دورانه.

3. يتحرك القمر الصناعي من C إلى C' ثم من D إلى D' خلال نفس المدة الزمنية Δt .

أما هي العلاقة بين المساحتين S_1 و S_2 ؟ برر

بد بين أن السرعة المتوسطة بين C و C' أقل من السرعة المتوسطة بين D و D'.

جـ. مثل على نفس الشكل السابق شعاع السرعة $\vec{v}_{C'}$ في الموضع C' و $\vec{v}_{D'}$ في الموضع D'.

II. نعتبر حركة القمر الصناعي دائرية على ارتفاع متوسط ثابت من سطح الأرض $h = 800km$.

1. ماهو المرجع المناسب لدراسة حركة هذا القمر؟ عرفه.

2. ماهي الفرضية المتعلقة بهذا المرجع التي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن فيه؟

3. هل شدة جذب الأرض للقمر ثابتة؟ أحسب شدتها.

4. باستعمال التحليل البعدي حدد وحدة G .

5. احسب سرعة المدارية للقمر الصناعي (S) .

6. احسب التسارع ثم مثله كيفيا على الشكل مع ذكر خصائص هذا الشعاع.

7. بين أن حركة القمر الصناعي دائرية منتظمة.

8. عرف الدور T ثم أكتب عبارته بدلالة M_T G M T h ثم أحسب قيمته.

9. استنتج عبارة القانون الثالث لكبلر ثم اذكر نصه.

10. استنتج عبارة g بدلالة الارتفاع عن سطح الأرض h G M M_T .

بما هي عبارة قيمة الجاذبية الأرضية g_0 على سطح الأرض؟

$$g = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$

III. يمكن لقمر صناعي آخر (S') أن يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع h' من سطحها.

1. عرف القمر الجيو مستقر ثم اذكر خصائصه.

2. حدد h' باعتباره جيو مستقر بطريقتين مختلفتين.

ثابت الجذب العام: $G = 6.67 \times 10^{-11} SI$

كتلة الأرض: $M_T = 6 \times 10^{24} kg$

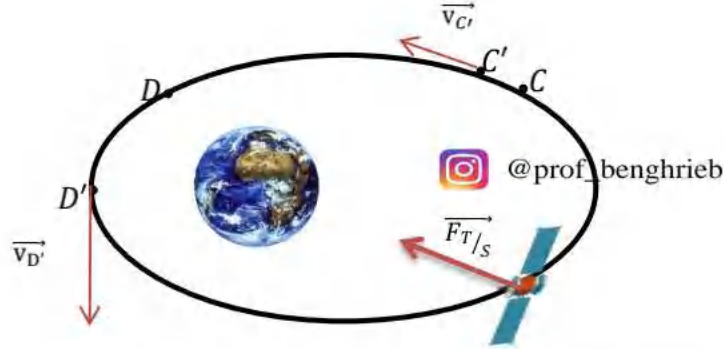
نصف قطر الأرض: $R_T = 6400km$

كتلة القمر الصناعي (S) : $m_s = 130 kg$ ونصف قطره مهمل

دور حركة الأرض حول محورها: $T = 24h$

1. يمثل مركز الأرض **محرق مدار القمر الصناعي**. القانون الذي يوضح ذلك هو القانون الأول لـ كيبلر. **تدور الكواكب وفق مدارات اهليلجية**. **قطع ناقص**. **تقع الشمس في أحد محراقي المدار**.

2- تمثيل القوة :



3. العلاقة بين المساحتين S_1 و S_2 أنهما **متساويتين**، حسب القانون الثاني لـ كيبلر. **الشعاع الرابط بين مركز القمر الصناعي والأرض يمر من C إلى C' ثم من D إلى D' خلال نفس المدة الزمنية Δt فالمساحتين متساويتين**.

ببمن اجل $S_2 = S_1$ فإن :

$$CC' < DD' \rightarrow \frac{CC'}{\Delta t} < \frac{DD'}{\Delta t} \rightarrow v_{CC'} < v_{DD'}$$

ومنه السرعة المتوسطة بين C و C' أقل من السرعة المتوسطة بين D و D'.

ج- أنظر في الشكل.

الجزء الثاني:

1. المرجع المناسب : سطحي أرضي (جيومركزي) تعريفه : ينسب إلى **مركز الأرض** ومزود بمعلم متعامد ومتجانس مبدأه مركز الأرض ويتجه نحو ثلاث (03) نجوم ثابتة (بالنسبة للأرض)، عطالي كفاية لندرس من خلاله حركة القمر و الأقمار الصناعية ...

2. الفرضية : **يجب أن يكون هذا المرجع عطالي (غاليلي) ، ويتحقق ذلك بمايلي** : ان تكون مدة حركة (قمر أو القمر الصناعي) صغيرة مقارنة بمدة دوران الأرض حول الشمس المرجع الجيومركزي.

3. نعم القوة $\vec{F}$ ثابتة، (لأن كل المقادير في علاقتها ثابتة).

حسابها :

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m_s}{(R_T + h)^2} \rightarrow F = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{6 \times 10^{24} \cdot 130}{(6400 \cdot 10^3 + 800 \cdot 10^3)^2} \rightarrow \mathbf{F = 1003.5 N}$$

4- التحليل البعدي لثابت الجذب العام G :

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \rightarrow G = \frac{F \cdot d^2}{m_1 \cdot m_2} \rightarrow [G] = \frac{[F] \cdot L^2}{M^2} \rightarrow [G] = \frac{(M \cdot T^{-2} \cdot L) \cdot L^2}{M^2} \rightarrow [G] = \frac{L^3}{M \cdot T^2}$$

ومنه وحدة ثابت الجاذبية هو : $m^3 / kg \cdot s^2$

5. حساب السرعة المدارية: الجملة: قمر صناعي، المرجع: جيومركزي (نعتبره عطالي).

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\vec{F} = m_s \cdot \vec{a}$ بالإسقاط على الناظم نجد: $F = m_s \cdot a_n$ ونعلم أن: $a_n = \frac{v^2}{(R_T + h)}$ ومنه:

$$v = \sqrt{(R_T + h) \cdot a_n} = \sqrt{(R_T + h) \cdot \frac{F}{m_s}}$$

تطبيق عددي:

$$v = \sqrt{(6400 \cdot 10^3 + 800 \cdot 10^3) \cdot \frac{3.59 \times 10^6}{130}} \rightarrow v = 7455.4 \text{ m/s}$$

6. تحديد قيمة التسارع:

$$a_N = \frac{v^2}{(R_T + h)} \rightarrow a_N = \frac{7455.4^2}{(7200 \cdot 10^3)} \rightarrow a_N = 7.72 \text{ m/s}^2$$

خصائصه: المبدأ: النقطة المعتبرة، العامل: عمودي على شعاع السرعة، الجهة: نحو تقعر المسار (مركز الدائرة)

7. تبين أن الحركة دائرية منتظمة: بما أن المسار دائري والسرعة المدارية ثابتة فالحركة دائرية منتظمة.

8. أتعريف الدور: هو الزمن اللازم لإنجاز الكوكب (القمر) دورة واحدة كاملة حول الشمس (الأرض).

$$v = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{v} \rightarrow T = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{\sqrt{\frac{G \cdot M}{(R_T + h)}}} = 2\pi \cdot (R_T + h) \cdot \sqrt{\frac{(R_T + h)}{G \cdot M}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G \cdot M}}$$

9. برهان القانون الثالث لنيوتن:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G \cdot M}} \rightarrow T^2 = (2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G \cdot M}})^2 \rightarrow T^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{(R_T + h)^3}{G \cdot M} \rightarrow \frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M}$$

نص القانون:

مربع دور حركة الكوكب حول الشمس يتناسب طرذا مع مكعب نصف قطر مساره الكبير.

10. إيجاد عبارة g :

1. استنتج عبارة g بدلالة الارتفاع عن سطح الأرض h ; $G \cdot M$; R (نصف قطر الأرض)

$$P = F \rightarrow m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot M}{(R + h)^2} \rightarrow g = \frac{G \cdot M}{(R + h)^2}$$

2. ما هي عبارة قيمة الجاذبية الأرضية على سطح الأرض g_0 ؟ (سطح الأرض أي $h = 0$) ومنه: $g_0 = \frac{G \cdot M}{R^2}$

3. استنتج عبارة g بدلالة g_0 ، R و h (وهي نفسها عبارة قيمة التسارع لمركز عطالة القمر الاصطناعي).

$$g_0 = \frac{G \cdot M}{R^2} \rightarrow G \cdot M = g_0 \cdot R^2$$

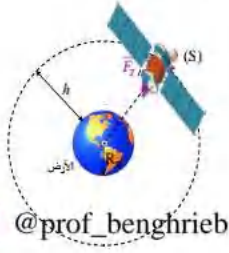
ولدينا مما سبق:

$$F = m \cdot a_N \rightarrow G \cdot \frac{m \cdot M}{(R + h)^2} = m \cdot a_N \rightarrow a_N = \frac{G \cdot M}{(R + h)^2} \rightarrow a_N = \frac{g_0 \cdot R^2}{(R + h)^2} \rightarrow g = \frac{g_0 \cdot R^2}{(R + h)^2}$$

الجزء الثالث:

لنعرف القمر الاصطناعي الجيومستقر بأنه قمر اصطناعي ساكن بالنسبة للمرجع السطحي الأرضي .

بد ليكون كذلك يجب أن يتحقق ما يلي :



@prof_benghrieb

1. حركته دائرية منتظمة تتم في نفس جهة دوران الأرض حول نفسها .

2. يقع مساره في نفس المستوى مع خط الاستواء.

3. دور حركته هو نفس دور حركة الأرض حول نفسها أي $T=24h$.

ج. حساب h' ارتفاع هذا القمر الصناعي (S') باعتباره جيومستقر.

الطريقة الأولى:

$$\frac{T'^2}{(R_T + h')^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} \rightarrow (R_T + h')^3 = \frac{GM_T \cdot T'^2}{4\pi^2} \rightarrow R_T + h' = \sqrt[3]{\frac{GM_T \cdot T'^2}{4\pi^2}} \rightarrow h' = \sqrt[3]{\frac{GM_T \cdot T'^2}{4\pi^2}} - R_T$$

$$h' = \sqrt[3]{\frac{6.67 \times 10^{-11} \cdot 6 \times 10^{24} \cdot (24 \times 3600)^2}{4\pi^2}} - 6400 \cdot 10^3 \rightarrow h' = 35911825.2 \text{ m} \square$$

الطريقة الثانية:

$$\frac{T'^2}{(R_T + h')^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} \text{ و } \frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} \Leftrightarrow \frac{T'^2}{(R_T + h')^3} = \frac{T^2}{(R_T + h)^3} \rightarrow (R_T + h')^3 = \frac{T'^2}{T^2} \cdot (R_T + h)^3$$

$$\rightarrow R_T + h' = \sqrt[3]{\frac{T'^2}{T^2} \cdot (R_T + h)^3} \rightarrow h' = \sqrt[3]{\frac{T'^2}{T^2} \cdot (R_T + h)^3} - R_T \Rightarrow h' = 35911825.2 \text{ m}$$



@prof_benghrieb