

كلية الهندسة المعلوماتية



الدراسة الفيزيائية

مشروع دراسة حركة قمر صناعي

تقدمة الطالب:

-خالد وليد مراد

قدمة.

2. قوانين نيوتن في الحركة:

2.1. قانون الجذب الكوني.

2.2. حساب طويلة البعد واسقاطها

2.3. قانون نيوتن الثاني.

2.4. حساب التسارع.

2.5. حساب السرعة.

2.6. حساب موقع القمر الصناعي.

3. حساب مقاومة الهواء.

3.1. قانون مقاومة الهواء.

3.2. قانون نيوتن الثاني.

3.3. حساب التسارع.

4. تغيير سرعة القمر الصناعي.

5. تغيير بعد القمر الصناعي عن الأرض

6. الاصطدام مع جسم آخر

7. نظام تحديد الموقع العالمي

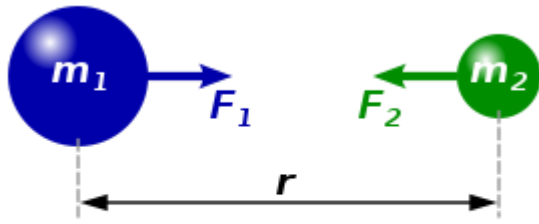
8. المراجع

-تستخدم الأقمار الصناعية بشكل أساسي للاتصالات في جميع أنحاء العالم، حيث يتم استخدام أكثر من 20 قمر صناعي لتكوين نظام التموضع العالمي (GPS)، ويجدر بالذكر أنه تم إطلاق أول قمر صناعي إلى الفضاء عام 1957م من قبل الاتحاد السوفيتي، وقد أطلق عليه اسم سبوتنيك.

-وصفت قوانين نيوتن حركة الأشياء في شتى مجالات الحياة، وارتبطت ارتباطاً وثيقاً بحركة الكواكب والجسيمات حول الأرض، حيث لاحظ العديد من العلماء انبثاق طاقة هائلة من محركات المركبات الفضائية عند انطلاقها نحو الفضاء، فـ لولا هذه القوانين الثلاثة لما تمكّن رواد الفضاء من الوصول إلى القمر، وبذلك شكّلت قوانين نيوتن الثلاثة المرتكز العلمي الأساسي للرحلات الفضائية.

2. قوانين نيوتن في الحركة:

1- الجسم السطح يبعث ساحة، والجسم المتحرك يبعث متحركاً، ما لم تؤثر عليه قوى ما، أي أنه إذا كانت القوة محصلة القوى المؤثرة على الجسم (تساوي الصفر) فإن سرعة الجسم تكون ثابتة، وعندما نقول إن سرعة الجسم من مقدار وجهة ثابتين، أي في الحالة المثالية القمر يتحرك دون احتكاك حول الأرض فـ في تلك الحالة ستكون هنالك قوة تؤثر فيه في قوة الجذب المركزية وتجذبه نحو مركز الأرض وهناك قوة تساويها شدة تعاكسها جهة وهي قوة جذب القمر لهذا الكوكب، وتعطى تلك القوة بالعلاقة:



$$F_1 = F_2 = G \frac{M_1 * M_2}{r^2} \quad \text{.. 2.1}$$

حيث:

- F_1 : قوة جذب القمر للأرض.

- F_2 : قوة جذب الأرض للقمر.

- G : ثابت التجاذب الكوني، وقيمته تساوي إلى:

$$F_1 = F_2 = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N.M}^2/\text{Kg}^2$$

- m_1 : كتلة القمر الصناعي.

- m_2 : كتلة الأرض.

- r : البعد بين مركزي الجسمين.

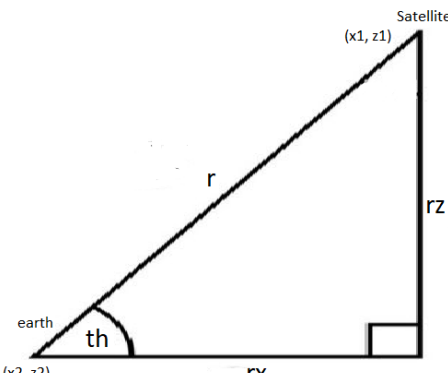
2.2- لحساب الطويلة r والتي تكون البعد بين مركز الأرض ومركز القمر الصناعي:

$$r = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

حيث:

(x_1, z_1): إحداثيات القمر الصناعي و (x_2, z_2): إحداثيات الأرض.

- ولحساب الزاوية θ بين القمر الصناعي والكوكب، بحسب القوانين المثلثية:



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{z_2 - z_1}{x_2 - x_1}\right)$$

بعد حساب الزاوية θ نقوم بحساب الاسقاطات حسب القوانين المثلثية:

$$\sin\theta = \left(\frac{r_z}{r}\right) \quad \cos\theta = \left(\frac{r_x}{r}\right)$$

بالتالي:

$$r_z = \sin\theta \cdot r \quad r_x = \cos\theta \cdot r$$

ثم نعوض بقانون التجاذب الكوني الذي ذكر سابقاً حيث:

$$G_X = G \frac{M_1 * M_2}{r_x^2} \quad G_Z = G \frac{M_1 * M_2}{r_z^2}$$

2.3- حسب قانون نيوتن الثاني:

مجموع القوى المؤثرة = التسارع * الكتلة حيث:

$$\vec{F}_{total} = \sum m \cdot \vec{a}$$

- وإن القوى المؤثرة التي لدينا هي قوة الجذب الكوني بالتالي:

$$\vec{F}_{total} = F_G = \sum m \cdot \vec{a}$$

ومنه:

$$G_X = m \cdot a_X \quad G_Z = m \cdot a_Z$$

2.4- بالتالي نحسب التسارع بالشكل:

$$a_X = \frac{G_X}{m} \quad a_Z = \frac{G_Z}{m}$$

حيث m كتلة القمر الصناعي.

2.5- من التسارع يمكننا استنتاج السرعة حسب القانون:

$$a = \frac{v}{dt} \Rightarrow v = a \cdot dt$$

بالتالي:

$$v_x = a_x \cdot dt \quad v_z = a_z \cdot dt$$

2.6- بعد حساب السرعة أصبح الآن يمكننا معرفة موقع القمر الصناعي الحالي حسب القانون:

$$v = \frac{\text{position}}{dt} \Rightarrow \text{position} = v \cdot dt$$

-بالتالي:

$$\text{position}_x = v_x \cdot dt \quad \text{position}_z = v_z \cdot dt$$

3. حساب مقاومة الهواء:

-استنتجنا سابقاً حسب قانون نيوتن الثاني (2.3) ان مجموع القوى المؤثرة في جسم يساوي جداء التسارع في كتلة هذا الجسم، وفرضنا أن القوى المؤثرة في القمر الصناعي هي قوة الجذب الكوني فقط، لكن لدينا قوة أخرى وهي قوة الاحتكاك مع الغلاف الجوي والتي ينتج عنها قوة مقاومة الهواء، والتي يمكن حسابها من خلال القانون:

-3.1

$$\vec{F}_r = -c \cdot a \cdot D \cdot |v| \cdot \vec{v}$$

حيثُ:

c: ثابت لا علاقة له بنوع الجسم.

a: مساحة الجسم الظاهري.

D: كثافة الهواء.

بالإسقاط يصبح القانون:

$$F_r = (-c \cdot a \cdot D \cdot |v| \cdot v_x, 0, -c \cdot a \cdot D \cdot |v| \cdot v_z)$$

3.2- بعد حساب تأثير مقاومة الهواء نقوم بإضافة النتيجة الى مجموع القوى المؤثرة، أي:

$$\vec{F}_{total} = F_G + F_r = \sum m \cdot \vec{a}$$

3.3- ومنه نحسب التسارع:

$$G_X + Fr_x = m \cdot a_X \quad G_X + Fr_z = m \cdot a_z$$

-ومن ثم السرعة ومن ثم الموقع كما فعلنا سابقًا.

4. تغيير سرعة القمر الصناعي:

-لتغيير سرعة القمر الصناعي سنحتاج لأخذ قيمة السرعة الجديدة v_{new} ، نقوم بعدها بحساب الزاوية θ من أجل x و z لمعرفة مقدار التغيير على كل محور منهما بالشكل التالي:

$$\theta_z = \cos^{-1} \left(\frac{v_z}{|v|} \right) \quad \theta_x = \cos^{-1} \left(\frac{v_x}{|v|} \right)$$

-بعد الحصول على قيمة الزاوية نقوم بإسقاط قيمة السرعة الجديدة على المحورين:

$$v_x = v_{new} * \cos(\theta_x) \quad v_z = v_{new} * \cos(\theta_z)$$

-وهكذا نكون قد عدلنا على مقدار السرعة التي لدينا.

5. تغيير بعد القمر الصناعي عن الأرض:

-لتغيير بُعد القمر الصناعي عن الأرض سنحتاج لأخذ قيمة المسافة الجديدة r_{new} ، نقوم بعدها بحساب البعد الجديد على المحورين x و z بالشكل:

$$r_x = r_{new} * \cos(\theta) \quad r_z = r_{new} * \sin(\theta)$$

6. الاصطدام:

-عند الاصطدام مع جسم آخر يجب دراسة السرعة الجديدة، ويتم ذلك عبر قانون الاصطدام غير المرن:

$$v_{new} = \frac{(v_{satellite} * m_{satellite}) + (v_{body} * m_{body})}{m_{satellite} + m_{body}}$$

-بعد ذلك نقوم بأخذ السرعة الجديدة وتطبيقها على الجسم الجديد الملتحم، ويتم تغيير سرعة هذا الجسم كما في الفقرة 4.

7. نظام تحديد الموقع العالمي :

مبدأ عمل نظام GPS:
-يستخدم نظام GPS عدداً كبيراً من التقنيات المعقدة ولكن المفهوم الأساسي للعمل بسيط وهو على الشكل التالي:

-يقوم مستقبل GPS باستقبال إشارة من كل قمر صناعي، حيث تقوم هذه الأقمار بإرسال إشارات في نفس الوقت تماماً، وبطرح قيمة الزمن الذي تم فيه إرسال الإشارة من الزمن الذي تم فيه استقبالها يستطيع نظام GPS أن يخبرنا ببعد المستقبل عن كل قمر صناعي، كما أن المستقبل يكون على علم بالمكان الدقيق للأقمار الصناعية في الفضاء لحظة إرسال الإشارات، وبذلك ومن خلال حساب زمن انتقال إشارات GPS المرسل من قبل ثلاثة أقمار ومعرفة المكان الدقيق لتلك الأقمار يتمكن مستقبل GPS من تحديد مكان الشخص في الفضاء ثلاثي الأبعاد (الشرق والشمال والارتفاع).

-ولكن عملية حساب الزمن الذي تستغرقه إشارة GPS للوصول إلى المستقبل تعاني من بعض التعقيد، حيث يحتاج مستقبل GPS معرفة الزمن بدقة عالية، لذلك يتم تزود أقمار GPS الصناعية بساعات ذرية Atomic clocks تحافظ على دقة عالية للوقت، ولكن يبقى تجهيز مستقبلات GPS بمثل هذه الساعات هو أمر غير عملي، فتم حل هذه المشكلة من خلال إرسال إشارة من قمر صناعي رابع تساعد المستقبل على حل معادلة رياضية تمكنه من حساب الزمن بدقة وبدون الحاجة إلى الساعات الذرية، أما إذا لم يكن متاحاً للمستقبل استقبال أكثر من ثلاث إشارات فإنه يتم تحديد الموقع ولكن دون دقة عالية.

-يقوم مستقبل GPS في حال توفر ثلاثة أقمار صناعية فقط بافتراض أنك موجود على ارتفاع سطح البحر، فإذا كنت بالفعل على ذلك الارتفاع فإن النتيجة ستكون دقيقة بشكل مقبول، أما إذا لم تكن على ذلك الارتفاع فستعاني النتيجة من أخطاء قد تصل لمئات الأمتار.

-تقوم مستقبلات GPS الحديثة بملاحقة جميع الأقمار المتاحة بشكل مستمر، ولكن يتم اختيار مجموعة منها فقط لتحديد الموقع.

8. المراجع :

BOOKS:

- Orbital Mechanics for Engineering Students, Second Edition
- Satellite Orbits: Models, Methods and Applications
- Orbital Mechanics and Astrodynamics: Techniques and Tools for Space

Links:

<https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Circular-and-Satellite-Motion/Orbital-Motion>

<http://www.college-physics.com/book/astronomy/satellite-orbits>