عمل تطبيقي: إطلاق قمر اصطناعي باستعمال المحكاة

تمهيد: ان الأقمار الاصطناعية لا تطلق مباشرة من سطح الأرض، بينما انطلاقا من قواعد الإطلاق مثل قاعدة كاب كنافيرال بالولايات المتحدة، في المرحلة الأولى يُحمل القمر بواسطة صاروخ الذي يطبق قوة دافعة كبيرة تسمح له بتجاوز قوة جذب الأرض له للخروج من الغلاف الجوي (أكثر من 200 Km) و في المرحلة الثانية ، عند بلوغ إرتفاع محدد h ، يتأرجح الصاروخ و يحرر القمر الصناعي بسرعة $\overrightarrow{V_0}$ (حاملها يصنع زاوية قائمة مع المستقيم المار بمركز الأرض) تسمح له بالدوران حول مدار معين حول الأرض.

الوضعية الإشكالية: ياترى ما هي المقادير التي تؤثر على طبيعة حركة القمر الاصطناعي؟
التحليـــــــــل: لنتفحص ذلك باستعمال المحاكاة (satellite) و بإتباع الخطوات التالية:

1-السرعة الأدنى:

أ)- بواسطة المحاكاة ابحث عن السرعة الإبتدائية $\overrightarrow{V_0}$ الصغرى لدوران القمر على علو 30000 Km حتى لا يسقط على سطح الأرض.
ب)- لاحظ سرعة القمر،هل هي ثابتة خلال الحركة؟
الأجوبة: أ)- V_{min}= 1829 m/s
ب)- سرعة القمر ليست ثابتة، تكون كبيرة كلما كان قريب من سطح الأرض و صغيرة كلما ابتعد عن سطح الأرض.

2- الحركة الدائرية:

نريد وضع القمر على مدار يبعد بـ عن سطح الأرض 23600 Km .
أ)-ما قيمة السرعة الصغرى للدوران حول الأرض؟ قارنها مع السابقة.
ب)-بالمحاكاة ابحث عن قيمة السرعة $\overrightarrow{V_0}$ التي تجعل مسار القمر دائري مركزه الكرة الأرضية.
ج)-هل تتغير سرعة القمر خلال الحركة؟ ناقش و علل.
الأجوبة: أ)- القمر أقرب من الأرض و بالتالي يلزمه سرعة أكبر من السابقة و هو الذي تحققه المحاكاة : V_{min}= 2185 m/s.
ب)- لكي يكون المسار دائري، تلزم سرعة قذف V_0=3660 m/s .
ج)- هذه السرعة تبقى ثابتة في الشدة خلال حركة القمر الصناعي وهذا يفسر كون القمر يبقى دائما على نفس البعد من مركز الأرض.

3- القمر الجيومستقر:

أ)- أقذف القمر على ارتفاع 36000 Km و بسرعة 3078 m/s .لاحظ كيف تتغير قيما السرعة و الإرتفاع خلال الحركة. ماذا تستنتج؟
ب)- في مجال الإتصالات، تستعمل الأقمار الجيومستقرة أي الأقمار التي تظهر ساكنة في السماء لما نشاهدها من سطح الأرض. ماهو زمن دورة واحدة (الدور T) لهاذا النوع من الأقمار و الدائرة عل مستوى خط الاستواء؟ ما العلاقة التي تربط الدور T بالسرعة V .
ج)-استعمل ميقاتيه زمن المحاكاة لقياس دور هذا القمر. هل يمكن اعتبار هذا القمر جيو مستقر؟ تحقق نظريا من قيمة السرعة (يعطى نصف قطر الأرض R=6400 Km)
الأجوبة: أ)- السرعة والارتفاع يبقيا ثابتين. الحركة اذن دائرية منتظمة.
ب)- $T = 1j = 24h$. $V=d/\Delta t = 2\pi R/T$
ج)- الميقاتية تشير الى المدة 1j . إذن القمر المدروس جيومستقر. القيمة النظرية للسرعة V= 3083 m/s

4- شكل المسار:

ا)- بواسطة الزر(tracer la trajectoire) استخرج مسارات القمر بالسرعات الابتدائية 2000m/s و 3900m/s على علو 30000Km.
ب)- ماذا يحدث لما سرعة القذف كبيرة جدا (مثلا 6000m/s)؟ بالمحاكاة لاحظ تطورات سرعة القمر . هل هذا ممكن؟ ماذا يمكنك توقعه؟
الأجوبة: أ)- من أجل السرعات المعطاة .شكل المسارات إهليجية.
ب)- بالسرعة 6000m/s القمر ينفلت من جذب الأرض له ، فلا يدور حول الأرض و تكون سرعته ثابتة وبما أنه غير خاضع لجذب الأرض له و باهمال قوى التجاذب الكونية فانه حتما (حسب مبدأ العطالة) ستكون له حركة مستقيمة منتظمة.

5- الدور و التواتر:

القمر مقذوف بسرعة 2000m/s و على ارتفاع 36000Km .
أ)- قس دور القمر واستنتج تواتر حركته بالـهرتز (Hz) .
ب)- ما عدد مرات يرى فيها المشاهد القمر على سطح الأرض خلال 24 ساعة.
الأجوبة: أ)- $f = 1/T = 2,3.10^{-3}$Hz ب)- T=12h =43200 s . يرى القمر مرتين خلال 24 ساعة.

نتيجة: أكمل مايلي: إن وضع قمر على مدار دائري ذات نصف قطر ثابت وسرعة دوران ثابتة يحتاج لشروط معينة تربط السرعة بالإرتفاع. اذا لم تتحقق هذه الشروط: - إما القمر يسقط على سطح الأرض. – إما يبتعد تدريجيا عن الأرض. –أو يدور على مدار اهليجي حول الأرض.