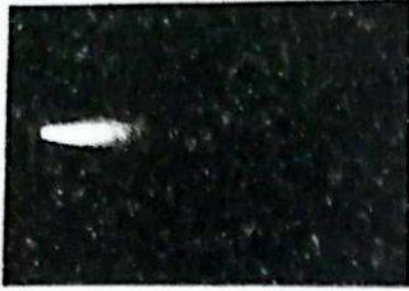


التمرين

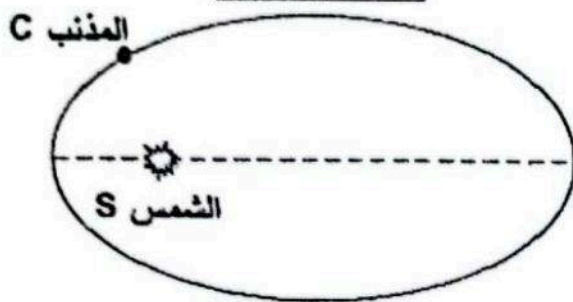


في سنة 1682م مرز مذنب بالمجموعة الشمسية فقام العالم أونمووند هالي (Edmund Halley) بدراسة مساره معتمدا على قوانين نيوتن فتوصل إلى الاستنتاجات التالية:

- المذنب يرسم مساراً إهليلجياً حول الشمس، مشابهاً في حركته حركة الكواكب.
- يخضع المذنب لقانون الجذب العام.
- المذنب يمر بانتظام بالمجموعة الشمسية كل 76 سنة (آخر مرور للمذنب تم سنة 1986م).

يهدف التمرين إلى دراسة بعض مميزات حركة مذنب هالي خلال آخر مرور.

الشكل-1-



- كتلة الشمس: $M_S = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$
- ثابت التجاذب الكوني: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
- نعتبر أن كتلة الشمس موزعة بانتظام على حجمها ومذنب هالي نقطة مادية (C) كتلتها m .

I. قانون الجذب العام:

1. أنقل الشكل 1 على ورقة الإجابة، مبيناً عليه:

نقطة الأوج، المحور الكبير، المحور الصغير، محرفي المدار الإهليلجي وموضحاً عليه القانون الثاني لكبلر.

2. في المرجع الهيليومركزي نفرض أن المذنب خاضع لقوة الجذب المطبقة على المذنب من طرف الشمس.

- أعط العبارة الحرفية لشعاع قوة الجذب المطبقة من طرف الشمس على المذنب، ثم مثلها كيفياً على الشكل 1. عند نقطتي الحضيض والأوج.

II. دراسة حركة مذنب هالي:

من أجل تسهيل الدراسة نفرض أن المذنب يرسم مداراً دائرياً نصف قطره " r " حول الشمس.

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على المذنب في المرجع المناسب، أثبت أن عبارة التسارع تكتب بالشكل: $a = \frac{G \cdot M}{r^2}$.

2. نذكر بنص القانون الثالث لكبلر (قانون الأدوار).

3. باستعمال العبارة الحرفية للتسارع، اثبت أن القانون الثالث لكبلر يكتب بالشكل: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S}$.

4. القيمة العددية لطول نصف المحور الكبير $r = 2,69 \times 10^{12} \text{ m}$.

1.4. أحسب زمن دورة واحدة لمذنب هالي، هل تتوافق مع ما ورد في النص؟

2.4. حدد عدد المرات التي شوهد فيها المذنب منذ أن اكتشفه هالي سنة 1682م حتى الآن (تاريخ 2024).

5. هناك مذنب آخر يدور حول الشمس (مذنب بوب) دوره حوالي 4000 سنة.

- أثبت أن نصف المحور الكبير للمدار الإهليلجي لمذنب "بوب" أكبر من نصف المحور الكبير لمدار مذنب "هالي".

I

يدور قمر اصطناعي كتلته m على ارتفاع h من سطح الأرض نصف قطرها R_T وكتلتها M_T ويتحرك بسرعة v

1. اعط عبارة قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي بدلالة G, R_T, h, M_T, m

2. بين أن تسارع الجاذبية الأرضية : $g = \frac{GM_T}{(h + R_T)^2}$

3. بين أن عبارة الارتفاع h تكتب على الشكل : $h = A \frac{1}{\sqrt{g}} - B$

حيث : A و B ثابتين يطلب تحديد عبارتيهما

4. البيان المقابل يمثل $h = f\left(\frac{1}{\sqrt{g}}\right)$

لأحسب كتلة الأرض M_T ونصف قطر الأرض R_T

بأحسب قيمة تسارع الجاذبية g_0 على سطح الأرض ($h = 0m$)
5. إذا كانت الجاذبية الأرضية في مدار هذا القمر ($g = 0,25 SI$)

لأوجد ارتفاع القمر الاصطناعي h عن سطح الأرض وسرعته v

بعل هذا القمر الاصطناعي جيومستقر؟ علل

II

يدور كوكب القمر حول الأرض وفق مسار نعتبره دائريا مركزه هو مركز الأرض. ونصف قطره $r = 384 \times 10^3 km$

ودوره $T_L = 25,5 jours$ 1. ما هو المرجع الذي تنسب إليه حركة كوكب القمر؟

ب/ أحسب قيمة السرعة v لحركة مركز عطالة القمر

2. المركبة الفضائية أبولو (Apollo) التي حملت رواد الفضاء إلى سطح القمر سنة 1968 حلقت في مدار دائري حول القمر على

ارتفاع ثابت $h_A = 110 km$ أذكر بنص القانون الثالث لكبلر.

ب/ أوجد عبارة دور المركبة T_A بدلالة h_A ونصف قطر القمر R_L وكتلته، وثابت الجذب العام G . وأحسب قيمته العددية.

3. استنتج مما تقدم نصف قطر المدار الجيومستقر لقمر اصطناعي أرضي.

$G = 6,67 \times 10^{-11} (N.m^2)/kg^2$ ($M_L = 7,34 \times 10^{22} kg$ كتلة القمر) ، $R_L = 1,74 \times 10^3 km$ (نصف قطر القمر)

حيث $\frac{M_T}{M_L} = 81,3$ كتلة الأرض