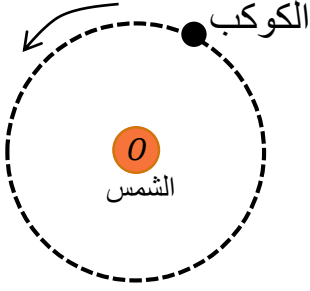
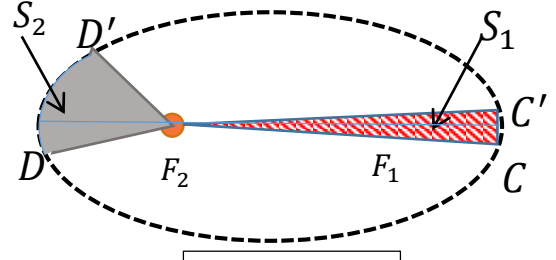


✓ التمرين الأول:

- ا. يكون مسار حركة مركز عطالة كوكب حول الشمس إهليجيا كما هو موضح في (الشكل الأول) ينتقل الكوكب أثناء حركته على مدار من النقطة C إلى النقطة C' ثم من النقطة D إلى النقطة D' خلال نفس المدة الزمنية Δt .
- 1- اعتمادا على قانون كبلر الأول أذكر أين تقع الشمس كيف نسي النقاطتين F_1 و F_2 .
 - 2- حسب قانون كبلر الثاني ماهي العلاقة بين المساحتين S_1 و S_2 ؟
 - 3- بين أن متوسط السرعة بين الموضعين C و C' أقل من متوسط السرعة بين الموضعين D و D' .

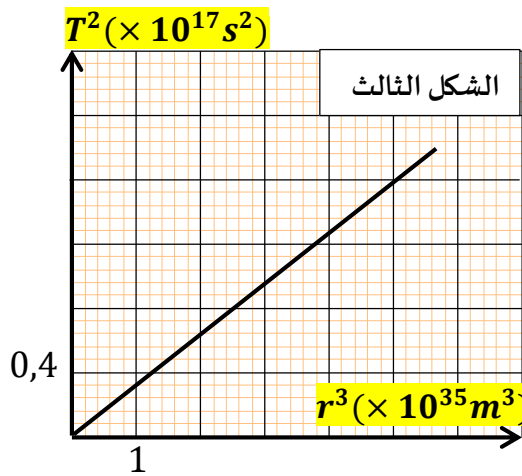


الشكل الثاني



الشكل الأول

- ا. من أجل التبسيط نمذج المسار الحقيقي لكوكب في المرجع الهيليومركزي بمدار دائري مركزه O مركز الشمس ونصف قطره r (الشكل الثاني) يخضع الكوكب أثناء حركته حول الشمس إلى تأثيرها والذي ينمذج بقوة $\vec{F}$ قيمتها تعطى حسب قانون الجذب العام $F = G \frac{m.M}{r^2}$ حيث M كتلة الشمس m كتلة الكوكب و G ثابت التجاذب الكوني $G = 6,67 \cdot 10^{-11} SI$ باستعمال برمجية خاصة نتمكن من رسم البيان $T^2 = f(r^3)$ (الشكل الثالث) حيث T دور الحركة.
- 1- باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة ثابت الجذب العام G في جملة الوحدات الدولية (SI).
 - 2- أذكر نص قانون كبلر الثالث.
 - 3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب وبإهمال تأثير الكواكب الأخرى أوجد كل من سرعة الكوكب ودور حركته T بدلالة r ، M ، G .
 - 4- أوجد بيانيا العلاقة بين T^2 و r^3 .
 - 5- أوجد العلاقة النظرية بين T^2 و r^3 ثم إستنتج كتلة الشمس M .



✓ التمرين الثاني:



- كوكب زحل (*Saturno*) من الكواكب الغازية الذي ينتهي إلى الكواكب العلوية وهو محاط بعدة أقمار (أكثر من 34 قمر) والحلقات عبارة عن (أحجار - غبار ...).
1. استنتاج القانون الثالث لكبلر انطلاقا من قانون الجذب العام.
- في هذا الجزء ندرس حركة أحد أقمار كوكب زحل حيث كتلة القمر m وكتلة كوكب زحل M_S نعتبر أن حركة القمر حول الكوكب دائرية نصف قطرها r
- 1- مثل على شكل القوة التي يطبقها كوكب زحل على القمر.
- 2- ندرس حركة القمر في مرجع (زحل - مركزي) (*Saturno - centrique*) الذي نعتبره غاليلي.
- أ- بين أن حركة القمر في مداره الدائري منتظمة ثم عبر عن السرعة v لهذا القمر بدلالة G ، M_S و r .
- ب- عرف الدور المداري T ثم بين أنه يتناسب طردا مع $r^{3/2}$.
- II. كتلة زحل.

الجدول التالي يعطي بعض الخصائص (r نصف قطر المدار - الدور المداري T) لستة أقمار رئيسية لكوكب زحل.

القمر	جانيس	ميماس	أونسلاد	تيتيس	ديوني	تيتان
<i>Satellite</i>	<i>Januse</i>	<i>Mimas</i>	<i>Encelade</i>	<i>Tethys</i>	<i>Dioné</i>	<i>Titan</i>
$T(\text{Jour})$	0,75	0,94	1,37	1,9	2,7	
$r (\times 10^4 \text{Km})$	16,0	18,6	24,0	29,4	37,8	121,2

- 1- بين أن هذه الأقمار تخضع لقانون كبلر المحقق في السؤال (2-ب).
- 2- إستنتج مما سبق ومن معطيات الجدول كتلة كوكب زحل M_S وقارنها بكتلة الأرض حيث $M_T = 5,9.10^{24} \text{Kg}$.
- 3- أحسب الدور المداري قمر التيتان (*Titan*). المعطيات: $G = 6,67.10^{-11} \text{SI}$

✓ التمرين الثالث:



1. تم إرسال أول قمر صناعي *Galiléo* للبرنامج *GIOVEA* في 25 ديسمبر 2005، نعتبر أن القمر الاصطناعي جسما نقطيا S وأنه يخضع في مداره لقوة جذب الأرض فقط، بحيث يرسم مدارا دائريا على ارتفاع $h = 23,6 \times 10^3 \text{Km}$ عن سطح الأرض.
- 1- مثل كيفيا برسم الجملة مع تمثيل القوة المطبقة من طرف الأرض على القمر الاصطناعي.
- 2- ما هو المرجع التي تدرس فيه الحركة؟ لتطبيق القانون الثاني لنيوتن ما هي الفرضية الواجب وضعها بالنسبة لهذا المرجع؟
- 3- أعط مميزات شعاع التسارع $\vec{a}$ للنقطة S (القمر الاصطناعي) في المرجع السابق.
- 4- أكتب عبارة السرعة v بدلالة M_T ، R_T ، h و G .
- 5- باستعمال المعطيات السابقة أعط عبارة دور الحركة T ثم أوجد القانون الثالث لكبلر.

1. مقارنة حركة القمر الصناعي *Galiléo* بحركة أقمار اصطناعية أخرى: الجدول التالي يعطي دور ونصف قطر مدارات بعض الأقمار الاصطناعية:

القمر الاصطناعي	$R = (R_T + h) (\text{Km})$	$T(s)$	$R^3 (\text{Km}^3)$	$T^2 (s^2)$
<i>GPS</i>	$20,2 \times 10^3$	$2,88 \times 10^4$		
<i>GLONASS</i>	$25,5 \times 10^3$	$4,01 \times 10^4$		
<i>METEOSAT</i>	$42,1 \times 10^3$	$8,61 \times 10^4$		

- أ- أتمم الجدول ثم أرسم البيان $T^2 = f(R^3)$ باستعمال السلم:
 $\begin{cases} R^3: 1cm \rightarrow 10^{13} Km^3 \\ T^2: 1cm \rightarrow 10^9 s^2 \end{cases}$
- ب- أكتب معادلة المنحنى ثم تأكد أن البيان يتوافق مع القانون الثالث لكبلر.

إستنتج كتلة الأرض M_T

- د- باستعمال البيان أوجد دور القمر الاصطناعي $Galiléo$ ثم أحسب سرعته وتسارعه.

المعطيات: نصف قطر الأرض $R_T = 6,38.10^3 Km$ ، $G = 6,67.10^{-11} SI$

✓ التمرين الرابع:

تستعمل بعض خواص الأقمار الاصطناعية للأرض قصد إيجاد قيمة تقريبية لكتلة الأرض. نفرض أن هذه الأقمار في حركة دائرية تحت تأثير قوة جاذبية الأرض فقط.

- 1- ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة قمر اصطناعي حول الأرض.

- 2- مثل القوى من طرف الأرض على أحد الأقمار الاصطناعية وأعط عبارتها الحرفية بدلالة المسافة r بين (مركز الأرض والقمر الاصطناعي).

M_T كتلة الأرض، m_s كتلة القمر الاصطناعي، وثابت التجاذب الكوني G .

- 3- نرمز ب h لارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض، R_T نصف قطر الأرض، T دور القمر الاصطناعي.

أ- بين أن حركة القمر حول الأرض حركة دائرية منتظمة.

ب- بين أن $\frac{(R_T+h)^3}{T^2} = K$ حيث K مقدار ثابت. أوجد عبارته بدلالة M_T و G .

- 4- الجدول التالي يعطي ارتفاعات وأدوار بعض الأقمار الاصطناعية للأرض.

كوسموس 1970	مركبة مير	ميتيوسات	القمر الاصطناعي
11h14min	1h35min	23h56min	الدور T
			$T^2 (s^2)$
19100	500	35800	$h(Km)$
			$(R_T + h)^3 (m^3)$
			$(R_T + h)^3 / T^2$

أ- تأكد عن طريق إتمام الجدول أن $\frac{(R_T+h)^3}{T^2}$ ثابت.

ب- يتميز القمر الاصطناعي ميتيوسات بخصائص حددها؟ كيف يسمى هذا النوع من الأقمار الاصطناعية؟

ج- استنتج قيمة تقريبية لكتلة الأرض

د- استنتج قيمة تقريبية للجاذبية الأرضية g على ارتفاع $h = 35800 Km$ من سطح الأرض ثم استنتج قيمة g_0 الجاذبية على سطح

الأرض. يعطى $G = 6,67.10^{-11} SI$ نصف قطر الأرض $R_T = 6400 Km$