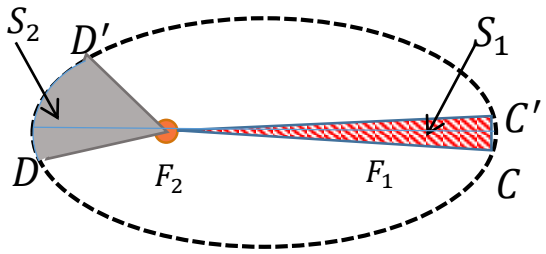
✓ التمرين الأول:

I. 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.

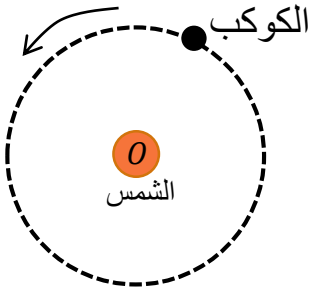
1- اعتمادا على قانون كبلر الأول أذكر أين تقع الشمس كيف نسمي النقطتين F_1 و F_2.

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 الأول



الشكل الثاني

II. من أجل التبسيط ننمذج 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 $G = 6{,}67.10^{-11}SI$ باستعمال برمجية خاصة نتمكن من رسم البيان $T^2 = f(r^3)$ **(الشكل الثالث)** حيث T دور الحركة.

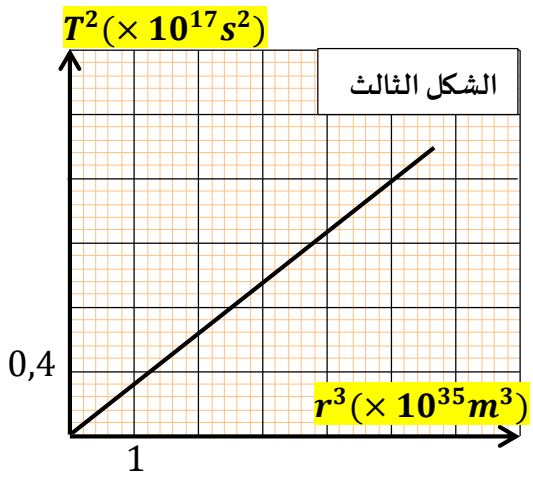
1- باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة ثابت الجذب العام G في جملة الوحدات الدولية (SI).

2- أذكر نص قانون كبلر الثالث.

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب وبإهمال تأثير الكواكب الاخرى أوجد كل من v سرعة الكوكب ودور حركته T بدلالة $G\,،M\,،r$.

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 ينتمي إلى الكواكب العلوية وهو محاط بعدة أقمار (أكثر من 34 قمر) والحلقات عبارة عن (أحجار – غبار ...).

I. 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	أونسيلاد	تيتيس	ديوني	تيتان
Satellite	***Januse***	***Mimas***	***Encelade***	***Tethys***	***Dioné***	***Titan***
$T(Jour)$	0,75	0,94	1,37	1,9	2,7	... ...
$r\ (\times 10^4 Km)$	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 الارض حيث $M_T = 5{,}9.10^{24} Kg$.

3- أحسب الدور المداري قمر التيتان $(\boldsymbol{Titan})$. **المعطيات:** $G = 6{,}67.10^{-11} SI$

✓ التمرين الثالث:

I. تم إرسال أول قمر صناعي $Galiléo$ للبرنامج $GIOVEA$ في 25ديسمبر 2005.نعتبر أن القمر الاصطناعي جسما نقطيا S وأنه يخضع في مداره لقوة جذب الارض فقط، بحيث يرسم مدارا دائريا على ارتفاع $h = 23{,}6 \times 10^3 Km$ عن سطح الارض.

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.

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

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

أ- أتمم الجدول ثم أرسم البيان $T^2 = f(R^3)$ باستعمال السلم: $\begin{cases} R^3: \ 1cm \longrightarrow 10^{13}\ Km^3 \\ T^2: \ 1cm \longrightarrow 10^{9}\ s^2 \end{cases}$

ب- أكتب معادلة المنحنى ثم تأكد أن البيان يتوافق مع القانون الثالث لكبلر.

إستنتج كتلة الارض M_T

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

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

✓ 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 الارض.

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 الارض، R_T نصف قطر الارض، T دور القمر الاصطناعي.

أ- بين أن حركة القمر حول الارض 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 الاقمار الاصطناعية للأرض.

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

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- إستنتج قيمة تقريبية للجاذبية الأرضية g على ارتفاع $h = 35800Km$ من سطح الارض ثم استنتج قيمة g_0 الجاذبية على سطح الارض. يعطى $G = 6{,}67.10^{-11}\ SI$ نصف قطر الارض $R_T = 6400Km$