التمرين 1:

المعطيات:

$M_S = 2,0\times10^{30}kg$	كتلة الشمس
$r = 7,8\times10^{8}km$	نصف قطر مدار زحل
$G = 6,67\times10^{-11}SI$	ثابت الجذب العام

الشكل-1

يدور كوكب زحل حول الشمس على مسار دائري مركزه ينطبق على مركز العطالة (O) للشمس ، بحركة منتظمة. الشكل-1

1- مثل القوة التي تطبقها الشمس على كوكب زحل ثم اعط عبارة قيمتها.

2- ندرس حركة كوكب زحل في المرجع المركزي الشمسي(الهيليومركزي) الذي نعتبره غاليليا.

أ- عرّف المرجع المركزي الشمسي.

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد عبارة التسارع (a) لحركة مركز عطالة الكوكب زحل.

جـ - أوجد العبارة الحرفية للسرعة (v) للكوكب في المرجع المختار بدلالة ثابت الجذب العام(G) وكتلة الشمس (M_s) ونصف قطر المدار(r)، ثم أحسب قيمتها.

3- اوجد عبارة الدور (T) لكوكب زحل حول الشمس بدلالة نصف قطر المدار(r) والسرعة (v)، ثم احسب قيمته.

4- إستنتج عبارة القانون الثالث "لكبلر" و أذكر نصه.

التمرين 2:

يدور قمر اصطناعي كتلته (m) حول الأرض بحركة منتظمة ، فيرسم مسارا دائريا نصف قطره (r)، ومركزه هو نفسه مركز الأرض.

1- مثل قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي واكتب عبارة قيمتها بدلالة M_T ، m، G ، r حيث :

M_T كتلة الأرض ، m كتلة القمر الاصطناعي ، G ثابت الجذ ب العام

r نصف قطر المسار(البعد بين مركزي الأرض والقمر الاصطناعي)

2- باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة ثابت الجذب العام (G) في الجملة الدولية(SI).

3- بين أن عبارة السرعة الخطية (v) للقمر الاصطناعي في المرجع المركزي الأرضي تعطى بـ:

$$v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$$

4- اكتب عبارة (v) بدلالة r و T حيث T دور القمر الاصطناعي.

5- اكتب عبارة دور القمر الاصطناعي حول الأرض بدلالة M_T ، G ، r.

6- أ/ بين أن النسبة ($\frac{T^2}{r^3}$) ثابتة لأي قمر يدور حول الأرض، ثم احسب قيمتها العددية في المعلم المركزي الأرضي مقدرة بوحدة الجملة الدولية (SI).

ب/ إذا كان نصف قطر مسار قمر اصطناعي يدور حول الأرض $r = 2,66.10^4 km$ ، احسب دور حركته.

يعطى: ثابت الجذب العام : $G = 6,67.10^{-11}SI$ ، $\pi^2 = 10$

كتلة الأرض : $M_T = 5,97.10^{24}kg$.

التمرين 3:

يدور قمر اصطناعي كتلته (m_s) حول الأرض في مسار دائري على ارتفاع (h) من سطحها.
نعتبر الأرض كرة نصف قطرها (R)، ونتمذج القمر الاصطناعي بنقطة مادية.
تدرس حركة القمر الاصطناعي في المعلم المركزي الأرضي الذي نعتبره غاليليا.

1- ما المقصود بالمعلم المركزي الأرضي؟
2- أكتب عبارة القانون الثالث لكيبلر بالنسبة لهذا القمر .
3- أوجد العبارة الحرفية بين مربع سرعة القمر (v^2) و (G) ثابت الجذب العام ، M_T كتلة الأرض، h و R.
4- عرّف القمر الجيومستقر وأحسب ارتفاعه (h) وسرعته (v).
5- أحسب قوة جذب الأرض لهذا القمر. إشرح لماذا لا يسقط على الأرض رغم ذلك.

المعطيات :

دور حركة الأرض حول محورها : $T \simeq 24h$

$R = 6400\ km$, $m_s = 2{,}0\times10^{3} kg$, $M_T = 5{,}97\times10^{24} kg$, $G = 6{,}67\times10^{-11} Nm^2.kg^{-2}$

التمرين 4:

ألسات 1 (Alsat1) قمر اصطناعي جزائري متعدد الاستخدامات كتلته $m_s = 90\,kg$، أرسل إلى الفضاء بتاريخ 28 نوفمبر 2002 من محطة الفضاء الروسية، يدور حول الأرض وفق مسار اهليلجي ودوره $T = 98\min$.

1- لأجل دراسة حركته نختار مرجعا مناسبا.
أ- اقترح مرجعا لدراسة حركة القمر الاصطناعي حول الأرض وعرّفه.
ب- ذكّر بنص القانون الثاني لكبلر.

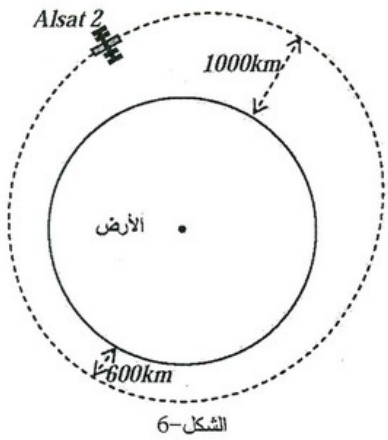
2- بفرض أن القمر الاصطناعي (Alsat1) يدور حول الأرض وفق مسار دائري على ارتفاع h عن سطحها.
أ- مثّل قوة جذب الأرض بالنسبة للقمر الاصطناعي.
ب- اكتب العبارة الحرفية لشدة قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي بدلالة: R_T , h , G , m_S , M_T
جـ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، تحقّق أن عبارة سرعة القمر الاصطناعي المدارية هي من الشكل: $v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$ حيث: $r = R_T + h$
د- عرّف الدور T واكتب عبارته بدلالة : M_T , G , r .
هـ- احسب الارتفاع h الذي يتواجد عليه القمر الاصطناعي (Alsat1)عن سطح الأرض.

المعطيات: ثابت التجاذب الكوني: $G = 6{,}67\times10^{-11}\ SI$ ؛ كتلة الأرض : $M_T = 6\times10^{24} kg$ ،
نصف قطر الأرض: $R_T = 6{,}38\times10^{3} km$

التمرين 5:

بتاريخ 12 جويلية 2010 تم إطلاق القمر الاصطناعي الجزائري الثاني *Alsat 2* الذي نرمز له بـــ (S) حيث تم وضعه في مداره الاهليلجي بنجاح، ليدور حول الأرض على ارتفاع عن سطحها محصور بين $600km$ و $1000km$.

1- يمثل الشكل -6 رسما تخطيطيا مبسطا لمدار (S) حول الأرض، نعتبر(S) خاضعا لقوة جذب الأرض فقط.
يعطى: نصف قطر الأرض $R_T = 6400\,km$ و كتلتها $M_T = 6\times10^{24}\,kg$ و دور حركتها حول محورها $T_T = 24h$.



الشكل-6

أ- ماذا يمثل مركز الأرض بالنسبة لمدار هذا القمر الاصطناعي؟

ب- مثّل في وضع كيفي من المدار شعاع القوة التي يخضع لها (S) أثناء دورانه حول الأرض.

2- نعتبر حركة (S) دائرية على ارتفاع متوسط ثابت $h=800\,km$.

أ- هل شدة قوة جذب الأرض لـ (S) ثابتة ؟ علّل.

ب- احسب شدة هذه القوة علمًا أنّ كتلة هذا القمر الاصطناعي هي $m=130\,kg$.

3- أ- اذكر خصائص القمر الاصطناعي الجيومستقر.

ب- هل يمكن اعتبار (S) قمرا اصطناعيا جيومستقرا ؟ لماذا ؟

جـ- احسب قيمة سرعة القمر الاصطناعي (S).

4- يمكن لقمر اصطناعي آخر نعتبره جيومستقرا أن يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع z من سطحها.

- جِد الارتفاع z للقمر الاصطناعي الجيومستقر.

يعطى : $G=6,67\times10^{-11}\ (SI)$

التمرين 6:

في مرجع جيومركزي نعتبر حركة الأقمار الاصطناعية دائرية حول مركز الأرض التي نفرض أنها كرة متجانسة كتلتها M_T ونصف قطرها R.

نقبل أن القمر الاصطناعي في مداره يخضع لقوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/s}$ فقط.

1) أ- عرّف المرجع الجيومركزي.

ب- اكتب العبارة الشعاعية للقوة $\vec{F}_{T/s}$ بدلالة G (ثابت الجذب العام)، M_T ، R ، m_s (كتلة القمر الاصطناعي) و h ارتفاعه عن سطح الأرض.

جـ- استنتج عبارة $\vec{a}$ شعاع تسارع حركة القمر الاصطناعي، ما طبيعة الحركة؟

2) الجدول التّالي يعطي بعض خصائص حركة قمرين اصطناعيين حول الأرض.

القمر الاصطناعي	*Alsat1*	*Astra*
$T\,(s)\times10^3$	5,964	86,160
$h(m)\times10^6$	0,70	35,65

أ- أحد القمرين الاصطناعيين جيومستقرّا، عيّنه مع التعليل.

ب- احسب تسارع الجاذبية الأرضية (g) عند نقطة من مدار القمر الاصطناعي *Alsat1*. ماذا تستنتج؟

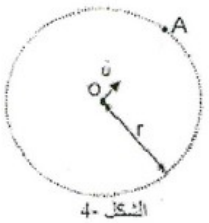
جـ- بيّن اعتمادًا على معطيات الجدول أنّ القانون الثالث لكبلر مُحقَّق.

د- استنتج قيمة تقريبية للكتلة M_T.

المعطيات: $G=6,67\times10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$ ، $R=6380\ km$ ، $1\ jour=23h\ 56\min$

تسارع الجاذبية عند سطح الأرض: $g_0=9,8\,m\cdot s^{-2}$.

التمرين 7:



الشكل -4-

للتبسيط نعتبر مسارات حركة الكواكب السيارة حول الشمس في المرجع الهليومركزي بدوائر مركزها O وأنصاف أقطارها r حيث نرمز لكتلة الشمس بالرمز M_S.

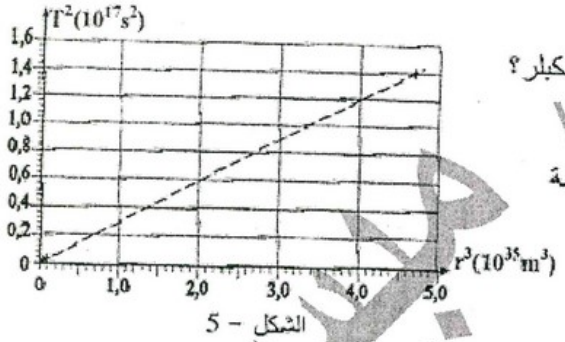
1- أعد رسم الشكل- 4، ومثّل عليه شعاع القوة الجاذبية المركزية $\vec{F}_{SP}$ المطبقة من طرف الشمس على أحد الكواكب الذي كتلته m_P في مركز عطالته المتواجد في الموضع A.

2- عبّر عن شعاع القوة $\vec{F}_{SP}$ بدلالة كل من G (ثابت التجاذب الكوني)، M_S، m_P، r و $\vec{u}$ (شعاع الوحدة).

3- بإهمال تأثير كل القوى الأخرى أمام القوة $\vec{F}_{SP}$ وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد عبارة تسارع حركة الكوكب في الموضع A بدلالة G ، M_S و r.

4- استنتج طبيعة حركته حول الشمس.

5- يمثل بيان الشكل- 5، تطور مربع الدور الزمني لكل من كوكب الأرض والمريخ و زحل بدلالة مكعب نصف قطر مدار كل كوكب.



الشكل - 5

أ- هل يتوافق البيان مع القانون الثالث لكبلر؟

ب- باستعمال البيان بيّن أن: $\frac{T^2}{r^3} = 3{,}0\times10^{-19}\,(S.I)$ ثم استنتج قيمة كتلة الشمس M_S.

يعطى: $G=6{,}67\times10^{-11}\,(S.I)$.

6- علما أن البعد المتوسط بين مركزي الأرض والشمس هو $1{,}50.10^{11}m$، أوجد قيمة دور حركة الأرض حول الشمس.

التمرين 8:

ينتمي القمر الاصطناعي جيوف أ $(Giove-A)$ إلى برنامج غاليليو الأوروبي لتحديد الموقع المكمل للبرنامج الأمريكي GPS. نعتبر القمر الاصطناعي جيوف أ $(Giove-A)$ ذي الكتلة $m=700kg$ نقطيا ونفترض أنه يخضع إلى قوة جذب الأرض فقط .

يدور القمر $(Giove-A)$ بسرعة ثابتة في مدار دائري مركزه (O) على ارتفاع $h=23{,}6\times10^3km$ من سطح الارض.

1/ في أي مرجع تتم دراسة حركة هذا القمر الاصطناعي ؟ و ما هي الفرضية المتعلقة بهذا المرجع والتي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ؟

2/ أوجد عبارة تسارع القمر $(Giove-A)$ و عين قيمته.

3/ أحسب سرعة القمر $(Giove-A)$ على مداره.

4/ عرف الدور T ثم عين قيمته بالنسبة للقمر $(Giove-A)$.

5/ أحسب الطاقة الإجمالية للجملة $(Giove-A)$، أرض).

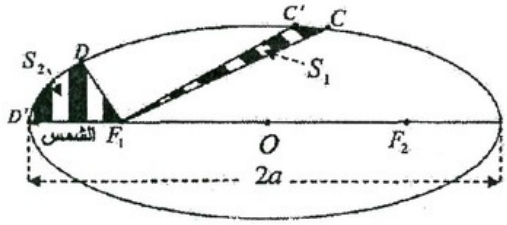
المعطيات : ثابت الجذب العام $G=6,67\times10^{-11}SI$ كتلة الأرض $M_T=5,98\times10^{24}Kg$

نصف قطر الأرض $R_T=6,38\times10^{3}km$

التمرين 9:

أ/ يكون مسار حركة مركز عطالة كوكب حول الشمس اهليلجياً كما يوضحه (الشكل-4).

ينتقل الكوكب أثناء حركته على مداره من النقطة C إلى النقطة C' ثم من النقطة D إلى النقطة D' خلال نفس المدة الزمنية Δt.

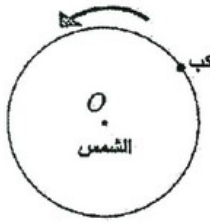


(الشكل-4)

1- اعتماداً على قانون كبلر الأول فسر وجود موقع الشمس في النقطة F_1، كيف تسمي عندئذ النقطتين F_1 و F_2؟

2- حسب قانون كبلر الثاني ما هي العلاقة بين المساحتين S_1 و S_2؟

3- بيّن أن متوسط السرعة بين الموضعين C و C' أقل من متوسط السرعة بين الموضعين D و D'.



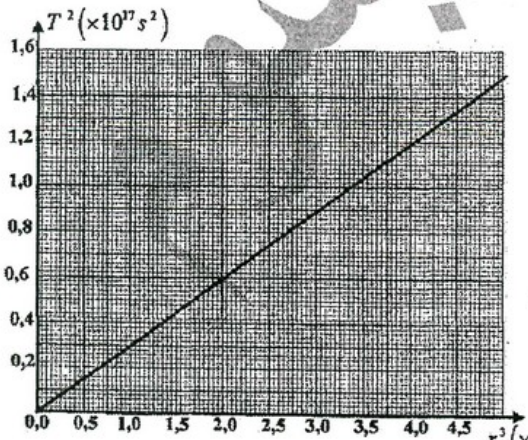
(الشكل-5)

ب/ من أجل التبسيط ننمذج المسار الحقيقي لكوكب في المرجع الهليومركزي بمدار دائري مركزه O (مركز الشمس) ونصف قطره r (الشكل-5).

يخضع كوكب أثناء حركته حول الشمس إلى تأثيرها والذي يتمذج بقوة $\vec{F}$، قيمتها تعطى حسب قانون الجذب العام لنيوتن بالعلاقة:

$F=G\frac{mM}{r^2}$ حيث M كتلة الشمس، m كتلة الكوكب و G ثابت التجاذب الكوني $G=6,67\times10^{-11}SI$ باستعمال برمجية "Satellite" في جهاز الإعلام الآلي تم رسم البيان $T^2=f(r^3)$ (الشكل-6).

حيث T دور الحركة.



(الشكل-6)

1/ اذكر نص قانون كبلر الثالث.

2/ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب وبإهمال تأثيرات الكواكب الأخرى، اوجد عبارة كل من v سرعة الكوكب، ودور حركته T بدلالة r ، G ، M.

3/ أوجد بيانياً العلاقة بين T^2 و r^3.

4/ أوجد العلاقة النظرية بين T^2 و r^3.

5/ بتوظيف العلاقتين الأخيرتين استنتج قيمة كتلة الشمس M.

التمرين 10:

يدور كوكب القمر حول الأرض وفق مسار نعتبره دائريا مركزه هو مركز الأرض، ونصف قطره $r = 384 \times 10^3 km$، ودوره $T_L = 25,5\ jour$.

1- أ- ما هو المرجع الذي تنسب إليه حركة كوكب القمر ؟

ب- احسب 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 $h_A = 110\ km$.

أ- ذكر بنص القانون الثالث لكبلر.

ب- اوجد عبارة دور المركبة T_A بدلالة h_A ونصف قطر القمر R_L وكتلته M_L، وثابت الجذب العام G.

احسب قيمته العددية.

3- استنتج مما تقدم نصف القطر r_S للمدار الجيومستقر لقمر اصطناعي أرضي.

المعطيات: $G = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$ ، كتلة القمر: $M_L = 7,34 \times 10^{22} kg$ ،

نصف قطر القمر: $R_L = 1,74 \times 10^3 km$ ، النسبة $\frac{M_T}{M_L} = 81,3$ حيث M_T كتلة الأرض.

4- يوجد تشابه واضح بين النظامين الكوكبي والذري، إلا أنه لا يمكن تطبيق قوانين نيوتن على النظام الذري. بيّن محدودية قوانين نيوتن.

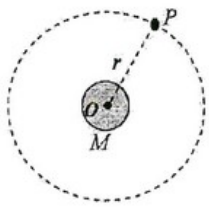
التمرين 11:

يتصور العلماء في الرحلات المستقبلية نحو كوكب المريخ M وضع محطة لأجهزة الاتصالات مع الأرض على أحد أقمار هذا الكوكب، مثلا على القمر فوبوس *Phobos (P)*.

المعطيات: - ثابت التجاذب الكوني: $G = 6,67 \times 10^{-11}\ N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$.

- المسافة بين المريخ M و القمر P : $r = 9,38 \times 10^3\ km$.
- كتلة المريخ : $m_M = 6,44 \times 10^{23}\ kg$ و كتلة *Phobos* : m_p.
- دور حركة دوران المريخ M حول نفسه : $T_M = 24h\ 37\ min\ 22\ s$

نفرض أن هذه الأجسام كروية الشكل وكتلها موزعة بانتظام على حجومها وأن حركة هذا القمر دائرية وتنسب إلى مرجع غاليلي مبدؤه O مركز كوكب المريخ (الشكل-3).



الشكل -3

1- مثّل على (الشكل-3) القوة التي يطبقها الكوكب M على القمر فوبوس P .

2- أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن حركة مركز عطالة هذا القمر دائرية منتظمة.

ب- استنتج عبارة سرعة دوران القمر P حول المريخ.

3- جد عبارة دور حركة القمر T_P حول المريخ بدلالة المقادير r، G و m_M.

4- اذكر نص القانون الثالث لكبلر و بيّن أن النسبة : $\frac{T_P^2}{r^3} = 9,21 \times 10^{-13}\, s^2 \cdot m^{-3}$ ، ثم استنتج قيمة T_P.

5-أين يجب وضع محطة الاتصالات S لتكون مستقرة بالنسبة للمريخ؟ ما قيمة T_S دور المحطة في مدارها حينئذ؟

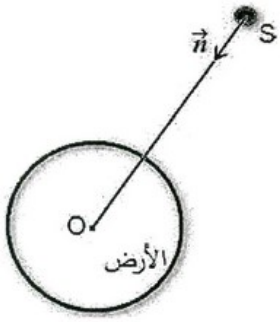
التمرين 12:

يدور قمر اصطناعي (S) حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع $h = 700km$ من سطحها، حيث ينجز 14,55 دورة في اليوم الواحد. نفرض أن المرجع الأرضي المركزي مرجع غاليلي.

1- مثّل شعاع التسارع $\vec{a}$ لحركة القمر الاصطناعي (S) (الشكل-7) .

2- أعط دون برهان عبارة شعاع التسارع $\vec{a}$ لحركة القمر الاصطناعي (S) . بدلالة v سرعة القمر الاصطناعي (S) ، ونصف القطر r لمسار حركة القمر حول الأرض، وشعاع الوحدة $\vec{n}$.

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن عبارة سرعة القمر الاصطناعي (S) حول كوكب الأرض تعطى بالعلاقة: $v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$ ، حيث: M_T كتلة الأرض.



الشكل-7

4- اكتب العلاقة بين T_S ، و r ، حيث: T_S دور القمر الاصطناعي (S) حول الأرض.

5- بيّن أن: $\frac{T_S}{r^3} = 9,85 \times 10^{-14}\, s^2.m^{-3}$

6- استنتج M_T كتلة الأرض.

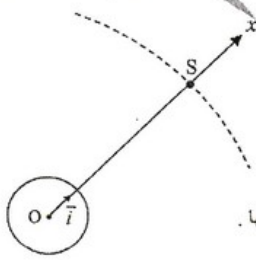
يعطى: ثابت التجاذب الكوني: $G = 6,67 \times 10^{-11}\, SI$

نصف قطر الأرض: $R_T = 6400Km$

دور الأرض: $T = 24h$

التمرين 13:

يدور القمر الصناعي MSG-2 حول الأرض في مسار دائري على ارتفاع $h = 600\,km$ ، كتلته $m = 2 \times 10^3\, kg$. يخضع أثناء حركته فقط لقوة جذب الأرض $\left(\vec{F}_{T/S}\right)$.



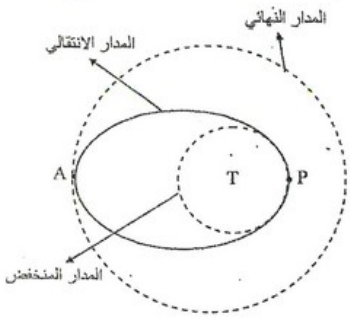
1 - ندرس حركة القمر الصناعي في المعلم المركزي أرضي ، والذي أحد محاوره $\left(\overline{Ox}\right)$.

أ) ما هو شرط أن يكون هذا المرجع غاليليا ؟

ب) مثل القوة $\left(\vec{F}_{T/S}\right)$ واكتب عبارتها الشعاعية في المرجع السابق .

جـ) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بيّن أن حركة القمر الصناعي منتظمة .

2 - بيّن أن سرعة القمر الصناعي تكتب بالشكل $v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$ ، حيث $r = R_T + h$ ، ثم احسب قيمتها .



3 – عرّف دور القمر الصناعي (T_1) ، ثم احسب قيمته .

4 – احسب ثقل القمر الصناعي وهو على مداره .

5 - نريد أن ننقل القمر الصناعي من مداره المنخفض نحو مدار نهائي جيومستقر .
على ارتفاع $h' = 36000\,km$ عن سطح الأرض .
عندما يكون القمر الصناعي في النقطة P نُعطى له سرعة إضافية عن طريق تشغيل خزان الوقود عن بعد ، فيرسم مسارا إهليليجيا ، ولما يصل إلى A نُعطى له دفعة جديدة مناسبة لكي يستقر على مداره النهائي .

أ) بين أن حركة القمر الصناعي ليست منتظمة على مساره الانتقالي .

ب) عبّر عن المسافة AP بدلالة R_T ، h ، h' ، ثم احسب قيمتها .

جـ) إذا كان دور القمر في مداره الانتقالي $T_2 = 10h\,42mn$ ، احسب المدّة التي استغرقها من P إلى A .

د) ما المقصود بقمر صناعي جيومستقر (أو مدار جيومستقر) ؟

هـ) اذكر مبرّرا لإجراء عملية نقل القمر الصناعي لمداره النهائي بجوار المستوي الذي يشمل خط الاستواء .

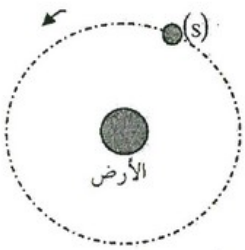
كتلة الأرض : $M_T = 6\times10^{24}\,kg$ ، $G = 6,67\times10^{-11}\,SI$ ، نصف قطر الأرض $R_T = 6400\,km$

التمرين 14:

نعتبر قمرا اصطناعيا (S) كتلته m_s يدور حول الأرض في جهة دورانها بسرعة ثابتة (الشكل–6).

1– مثّل القوى الخارجية المؤثرة على القمر الاصطناعي (S).

2– ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي (S)؟ عرّفه.



الشكل–6

3– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جِدْ العبارة الحرفية لسرعة القمر الاصطناعي بدلالة: ثابت الجذب العام G، كتلة الأرض M_T ، نصف قطر الأرض R_T وارتفاع مركز عطالة القمر الاصطناعي عن سطح الأرض h، ثمّ احسب قيمتها.

4– أ– جِدْ عبارة دور القمر الاصطناعي بدلالة: R_T ، h ، G ، M_T ، ثمّ احسب قيمته.

ب– هل يمكن اعتبار هذا القمر جيو مستقر ؟ علّل.

5– ذكّر بالقانون الثالث لكبلر، ثمّ بيّن أن النسبة: $k = \dfrac{T^2}{(R_T + h)^3}$ ، حيث: k ثابت يطلب حسابه.

يعطى: $G = 6,67\times10^{11}\,(SI),\ M_T = 6,0\times10^{24}\,kg,\ R_T = 6380\,km,\ h = 35800\,km,\ \pi^2 = 10$

التمرين 15:

تم ارسال أول قمر اصطناعي Galiléo للبرنامج Giovea في 28 ديسمبر 2005 ، نعتبر أن القمر الاصطناعي جسم نقطي (S) لا يخضع الا لقوة جذب الأرض له، يرسم مدارا دائريا على ارتفاع $h = 23,6.10^3$ km عن سطح الأرض (يعطى نصف قطر الأرض $R_t = 6,38.10^3\ km$).

1. مثل كيفيا مسار القمر الاصطناعي حول الأرض و القوة المطبقة من طرف الأرض عليه.
2. أوجد عبارة سرعة حركة القمر الاصطناعي بدلالة G, h, R_t, M_t.
   أكتب عبارة دور الحركة ثم استنتج القانون الثالث لكبلر.
4. يحتوي الجدول التالي دور و أنصاف أقطار مدارات بعض الأقمار الإصطناعية:

القمر الإصطناعي	$r = (R_t + h)(km)$	$T(s)$	$r^3(km^3)$	$T^2(s^2)$
GPS	$20,2.10^3$	$2,88.10^4$		
GLONASS	$25,5.10^3$	$4,02.10^4$		
METEOSAT	$42,1.10^3$	$8,61.10^4$		

ا. أكمل الجدول ثم ارسم البيان: $T^2 = f(r^3)$ باستعمال السلم التالي: $1\ cm \rightarrow 10^{13}\ km^3$; $1\ cm \rightarrow 10^9\ s^2$

ب. أكتب معادلة المنحنى الناتج و تأكد أن البيان يتوافق مع قانون كبلر الثالث.

ج. استنتج كتلة الأرض M_t

د. اعتمادا على البيان أوجد دور القمر الإصطناعي Galiléo ثم أحسب سرعته و تسارعه يعطى: $G = 6,67.10^{-11}$ S.I

التمرين 16:

اكتشف كوكب كوكب أورانوس Uranus من طرف William Herschel سنة 1781 . وتم اكتشاف خمسة أقمار طبيعية تابعة لهذا الكوكب انطلاقا من الأرض وعشرة أقمار أخرى تم اكتشافها بواسطة المركبة الفضائية Vayager2 سنة 1986 .يعطي الجدول المقابل أدوار وأنصاف أقطار المدارات للأقمار الخمسة التابعة للكوكب . نعتبر المدار دائريا.

اسم القمر	نصف قطر $r.10^8(m)$	الدور $T.10^5 S$
Miranda (ميراندا)	1,30	1,22
Ariel (أريال)	1,92	2,18
Umbiel (أمبال)	2,67	3,58
Titania (تيتانيا)	4,38	7,53
Obiron (أبيرون)	5,86	11,7

1 - ا. مثل بيان الدالة $T^2 = f(r^3)$

ب. ما هو القانون الذي نحصل من هذا البيان ؟

2 – أ. في أي مرجع الذي نعتبره غاليليا يمكن أن ننسب حركة قمر ميراندا حول كوكب أورانوس

ب. أنجز شكلا توضيحيا بين كوكب أرانوس وقمره ميراندا على مداره ومثل عليه القوة التي يؤثر بها الكوكب على هذا القمر

ج. أعط العبارة الحرفية لشدة هذه القوة

د. بتطبيق قانون نيوتن الثاني في المرجع أعلاه بين أن السرعة المدارية لهذا القمر تعطى بالعلاقة : $v = \sqrt{\frac{G.M_U}{r}}$

3. أ. عرف دور قمر ميراندا ثم أوجد عبارته

ب. أحسب كتلة كوكب أورانوس M_U بيانيا . يعطى $G = 6,67.10^{-11} N.m^2.Kg^{-2}$