

- مفاهيم عامة:

1- القوانين الثلاثة لنيوتن:

أ- القانون الاول: مبدأ العطالة

يحافظ جسم على سكونه المطلق أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم يخضع الى قوة تغير من حالته الحركية .

ب- القانون الثاني: المبدأ الاساسي للتحريك

المجموع الشعاعي للقوة الخارجية المؤثرة على جسم يساوي جداء كتلته مع شعاع تسارع مركز عطالته، أي  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

ج - القانون الثالث: مبدأ الفعلين المتبادلين

إذا اثرت جملة A على جملة B بقوة  $\vec{F}_{A/B}$  فإن الجملة B تقوم برد فعل  $\vec{F}_{B/A}$  يساويه في الشدة ويعاكسه في الاتجاه.

2- المراجع : المراجع المستعملة في دراسة الحركات هي مراجع عطالية أي اما ساكنة او لها حركة مستقيمة منتظمة.

أ- المرجع الهليومركزي (المركزي الشمسي):

معلم مبدأه مركز الشمس ومحاوره متجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة خلال قرون .

- الشمس في حركة حول مركز المجرة دروها 226 مليون سنة لذلك تعتبر ساكنة مقارنة بدور حركة الكواكب حولها .

ب- المرجع الجيومركزي - المركزي الارضي :

هو معلم مبدأه مركز الارض ومحاوره موجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة خلال قرون.

- يعتبر عطاليا بتقريب جيد مناسب لدراسة حركة الاقمار الصناعية حول الارض حيث دور الاقمار حول الارض مهمل امام دور

الارض حول الشمس.

ج - المرجع السطحي الارضي:

معلم مرتبط بسطح الارض يختص بدراسة الحركات عليها خلال فترات قصيرة.

- يعتبر هذا المعلم عطاليا لما تكون مدرة الحركة مهملة امام مدة دوران الارض حول نفسها .

- دراسة حركة الكواكب والاقمار:

1- الحركة الدائرية المنتظمة: تكون الحركة دائرية منتظمة اذا:

- المسار دائري.

- سرعة ثابتة غير معدومة.

- وجود قوة جاذبة مركزية.

2- الدور: هو المدة اللازمة لانجاز دورة واحدة . ويعطى بالعلاقة:  $T = \frac{2\pi r}{v}$

3- التسارع الناظمي: ويعطى بالعلاقة  $a_N = \frac{v^2}{r}$

4- قانون الجذب العام :  $F = G \frac{Mm}{r^2}$

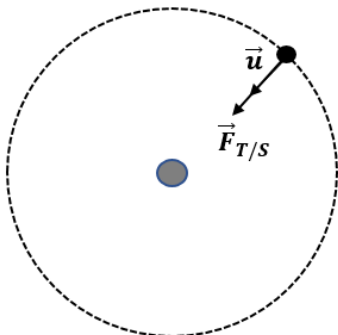
5- اثبات أن الحركة دائرية منتظمة:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m\vec{a} \Rightarrow G \frac{Mm}{r^2} \vec{u} = m\vec{a}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = \frac{GM}{r^2} \vec{u}$$

بما ان التسارع ناظمي وقيمه ثابتة فإن الحركة دائرية منتظمة .

6- عبارة السرعة المدارية :



$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m\vec{a}$$

بالإسقاط نجد:

$$F_{T/S} = ma_N \Rightarrow G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

7- الدور :

$$T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{v^2} = \frac{4\pi^2 r^2}{\frac{GM}{r}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

8- الجاذبية :

- على ارتفاع  $h$  من سطح الارض:

$$g = a = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R_T + h)^2}$$

- على سطح الارض أي  $h = 0$

$$g_0 = \frac{GM}{R_T^2}$$

- علاقة  $g$  بـ  $g_0$  :

$$\frac{g}{g_0} = \frac{\frac{GM}{(R_T + h)^2}}{\frac{GM}{R_T^2}} = \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$

9- القمر الجيومستقر:

هو كل قمر ساكن بالنسبة لملاحظ على سطح الارض اذا حقق الشروط:

- يدور في نفس جهة دوران الارض.
- دوره مساوي لدور الارض حول نفسها.
- مداره يقع في مستوي خط الاستواء أي المستوي العمودي على محور دوران الارض ويقطعها في مركزها.

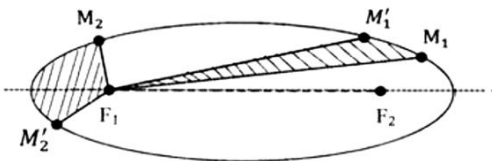
10- قوانين كبلر:

أ- قانون الاول: ان الكواكب تتحرك وفق مدارات إهليلجية تمثل الشمس احدى محرقياها.

ب- القانون الثاني: المستقيم الرابط بين الشمس وكوكب يسمح مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية.

ج- القانون الثالث: ان مربع الدور يتناسب مع مكعب البعد المتوسط للكوكب عن الشمس.

$$\frac{T^2}{r^3} = K = \frac{4\pi^2}{GM}$$



## التمرين 1: بكالوريا علوم تجريبية 2009

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

- 1 - ما المقصود بالمعلم المركزي الأرضي؟
  - 2 - اكتب 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 - عرف القمر الجيومستقر واحسب ارتفاعه ( $h$ ) وسرعته ( $v$ ).
  - 5 - احسب قوة جذب الأرض لهذا القمر. اشرح لماذا لا يسقط على الأرض رغم ذلك.
- المعطيات: دور حركة الأرض حول محورها:  $T \approx 24h$ .

$$R = 6400 \text{ km} ; m_s = 2 \times 10^3 \text{ kg} ; M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg} ; G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2.\text{kg}^{-2}$$

## التمرين 2: بكالوريا رياضيات 2009

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

يدور القمر (Giove-A) بسرعة ثابتة في مدار دائري مركزه ( $O$ ) على ارتفاع  $h = 23,6 \times 10^3 \text{ km}$  من سطح الأرض.

- 1 - في أي مرجع تتم دراسة حركة هذا القمر الاصطناعي؟ وما هي الفرضية المتعلقة بهذا المرجع والتي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن؟
- 2 - أوجد عبارة تسارع القمر (Giove-A) وعين قيمته.
- 3 - احسب سرعة القمر (Giove-A) على مداره.
- 4 - عرف الدور  $T$  ثم عين قيمته بالنسبة للقمر (Giove-A).
- 5 - احسب الطاقة الإجمالية للجملة ((Giove-A)+أرض).

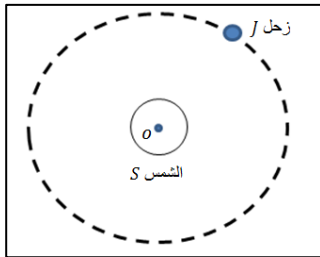
المعطيات: ثابت الجذب العام  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ SI}$  كتلة الأرض  $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$

نصف قطر الأرض  $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$

## التمرين 3: بكالوريا رياضيات 2008

المعطيات:

كتلة الشمس	$M_s = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$
نصف قطر مدار زحل	$r = 7.8 \times 10^8 \text{ km}$
ثابت الجذب العام	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ SI}$



يدور كوكب زحل حول الشمس على مسار نعتبره دائري مركزه ينطبق على مركز عطالة الشمس ( $O$ ) بحركة منتظمة .

- 1- مثل القوة التي تطبقها الشمس على كوكب زحل ثم أعط عبارتها .
- 2- ندرس حركة كوكب زحل في المرجع المركزي الشمسي ( الهيليو مركزي) الذي نعتبره غاليليا.
  - أ - عرف المرجع المركزي الشمسي .
  - ب - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد عبارة التسارع  $a$  لحركة مركز عطالة كوكب زحل .
  - ج- أوجد العبارة الحرفية للسرعة المدارية  $v$  للكوكب في المرجع المختار بدلالة:  $G$ ،  $M_s$  و نصف قطر المدار  $r$  ثم احسب قيمتها .
- 3- أوجد عبارة الدور  $T$  لحركة هذا الكوكب حول الشمس بدلالة : نصف قطر المدار  $r$  والسرعة  $v$  ثم أحسب قيمته .

#### التمرين 4: بكالوريا رياضيات 2008

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

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

$M_T$  كتلة الأرض ،  $m$  كتلة القمر الاصطناعي ،  $G$  ثابت الجذب العام.

$r$  نصف قطر المسار ( البعد بين مركز الأرض ومركز القمر 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:  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$ .

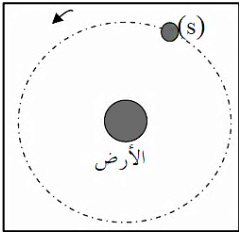
4 - اكتب عبارة (v) بدلالة r و T حيث T دور القمر الاصطناعي.

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

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

ب/ إذا كان نصف قطر مسار قمر اصطناعي يدور حول الأرض  $r = 2,66 \times 10^4$  km ، احسب دور حركته.

المعطيات: ثابت الجذب العام :  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  SI كتلة الأرض :  $M_T = 5,97 \times 10^{24}$  kg ،  $\pi^2 = 10$ .



#### التمرين 5: بكالوريا رياضيات 2013

نعتبر قمراً اصطناعياً (S) كتلته  $m_s$  يدور حول الأرض في جهة دورانها بسرعة ثابتة (الشكل).

1. مثل القوى الخارجية المؤثرة على القمر الاصطناعي (S).

2. ماهو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي (S) ؟ عرفه.

3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جد 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  $h$ ، ثم احسب قيمتها.

4. أ- جد عبارة دور القمر الاصطناعي بدلالة:  $R_T$ ،  $h$ ،  $G$ ،  $M_T$ ، ثم احسب قيمته.

ب- هل يمكن اعتبار هذا القمر جيو مستقر؟ علل.

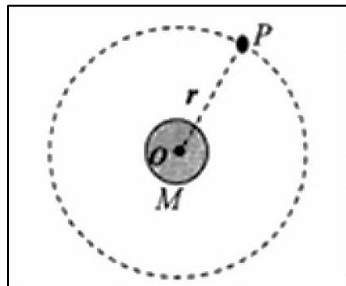
5. ذكر بالقانون الثالث لكبلر، ثم بين أن النسبة:  $\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = k$ ، حيث  $k$  ثابت يطلب حسابه.

يعطى:  $\pi^2 = 10$ ،  $R_T = 6380$  km ،  $h = 35800$  km ،  $M_T = 6 \times 10^{24}$  kg ،  $G = 6.67 \times 10^{-11}$  (SI).

#### التمرين 6: بكالوريا رياضيات 2012

يتصور العلماء في الرحلات المستقبلية نحو كوكب المريخ M وضع محطة لأجهزة الاتصالات مع الأرض على أحد أقمار هذا الكوكب، مثلاً

على القمر (P) Phobos.



[www.bacd.net](http://www.bacd.net)  
موقع التحضير للباكوريا

ثابت التجاذب الكوني:  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>.kg<sup>-2</sup>

المسافة بين المريخ M والقمر P:  $r = 9,38 \times 10^3$  km

كتلة المريخ:  $m_M = 6,44 \times 10^{23}$  kg

دور المريخ حول نفسه:  $T_M = 24$  h 37 min 22 s

كتلة القمر Phobos:  $m_P$

نفرض أن هذه الأجسام كروية الشكل وكتلتها موزعة بانتظام على حجمها وأن حركة هذا القمر دائرية وتنسب إلى مرجع غاليلي مبدؤه O مركز كوكب المريخ .

- 1 - مثل على الشكل القوة التي يطبقها الكوكب M على القمر Phobos (P) .
- 2 - أ - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين 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  $r$  ،  $G$  ،  $M_M$  .
- 4 - اذكر نص القانون الثالث لكبلر وبيّن أن النسبة:  $\frac{T_P^2}{r^3} = 9,21 \times 10^{-13} \text{ S}^2 \cdot \text{m}^{-3}$  ، 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 7: بكالوريا علوم 2014 .

في مرجع جيومركزي نعتبر الاقمار دائرية حول مركز الارض التي نفترض أنها متجانسة كتلتها  $M_T$  ونصف قطرها  $R$  نقبل أن القمر الاصطناعي في مداره يخضع لقوة جذب الارض  $\vec{F}_{T/S}$  فقط .

- 1- أ- عرف المرجع الجيومركزي .  
ب - اكتب العبارة الشعاعية للقوة  $\vec{F}_{T/S}$  بدلالة  $G$  ،  $M_T$  ،  $R$  ،  $m_s$  كتلة القمر الاصطناعي و  $h$  ارتفاعه عن سطح الارض .

القمر الاصطناعي	<i>Alsatl</i>	<i>Astra</i>
$T (s) \times 10^3$	5,964	86,160
$h(m) \times 10^6$	0,70	35,65

- ج - استنتج عبارة  $\vec{a}$  شعاع تسارع حركة القمر الاصطناعي ، ما طبيعة الحركة ؟
- 2- الجدول التالي يعطي بعض خصائص حركة قمرين اصطناعيين حول الارض .

- أ- أحد القمرين جيومستقر عينه مع التعليل؟
- ب- احسب تسارع الجاذبية الارضية  $g$  عند نقطة من مدار القمر الاصطناعي أسات 1 ، ماذا تستنتج؟

- ج - بين اعتمادا على معطيات الجدول أن قانون كبلر الثالث محقق .
- د - استنتج قيمة تقريبية لكتلة الارض.

- 3- لماذا دور الأرض حول نفسها ليس  $24h$  ؟ ( سؤال اضافي )

المعطيات:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$  ،  $R = 6380 \text{ km}$  ،  $1 \text{ jour} = 23h 56 \text{ min}$  ،

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

### التمرين 8: بكالوريا رياضيات 2014

بتاريخ 12 جويلية 2010 تم إطلاق القمر الاصطناعي الجزائري الثاني *Alsatl2* الذي نرسم له بـ (S) حيث تم وضعه في مداره الإهليلجي بنجاح، ليدور حول الأرض على ارتفاع من سطحها محصور بين  $600 \text{ km}$  و  $1000 \text{ km}$  .

1. يمثل الشكل رسما تخطيطيا مبسطا لمدار (S) حول الأرض، نعتبر (S) خاضعا لقوة جذب الأرض فقط.

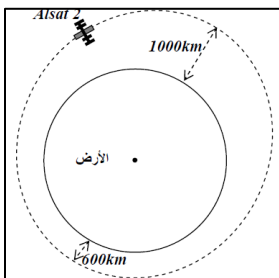
يعطي: نصف قطر الأرض  $R_T = 6400 \text{ km}$  وكتلتها  $M_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$  ودور حركتها حول محورها  $T_T = 24h$  .

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

ب- مثل في موضع كفي من المدار شعاع القوة التي يخضع لها (S) أثناء دورانه حول الأرض.

2. نعتبر حركة (S) دائرية على ارتفاع متوسط ثابت  $h = 800 \text{ km}$  .

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



- ب- أحسب شدة هذه القوة علما أن كتلة هذا القمر هي  $m = 130kg$ .
3. أ- أذكر خصائص القمر الاصطناعي الجيومستقر .  
ب- هل يمكن اعتبار (S) قمرا اصطناعيا جيومستقر؟ لماذا؟  
ج- احسب قيمة سرعة القمر الاصطناعي (S).
4. يمكن لقمر اصطناعي آخر نعتبره جيومستقر أن يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع  $z$  من سطحها.  
- جد الارتفاع  $z$  للقمر الاصطناعي الجيومستقر.

### التمرين 9: بكالوريا رياضيات 2012

- 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 المركزي الأرضي مرجع غاليلي.
1. مثل شعاع التسارع  $\vec{a}$  لحركة القمر الاصطناعي (S) .  
2. أعط دون برهان عبارة شعاع التسارع  $\vec{a}$  لحركة القمر الاصطناعي (S) بدلالة  $v$  سرعة القمر ونصف قطر المسار  $r$  وشعاع الوحدة  $\vec{n}$ .  
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن عبارة سرعة القمر الاصطناعي حول الأرض تعطى بالعلاقة:

$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$$

4. اكتب العلاقة بين  $T_s$  و  $r$ ، حيث  $T_s$  دور القمر الاصطناعي (S) حول الأرض.

5. بين أن  $\frac{T_s}{r^3} = 9.85 \times 10^{-14} s^2.m^{-3}$

6. استنتج  $M_T$  كتلة الأرض.

يعطى:  $R_T = 6400km$ ،  $G = 6.67 \times 10^{11} (SI)$ .

### التمرين 10:

- تم اطلاق ثلاثة أقمار اصطناعية جزائرية ألسات-1 ب ، ألسات-2 ب و ألسات-1 ن، نريد معرفة دور هذه الاقمار الصناعية الثلاث علما انها تتواجد في نفس المدار على ارتفاع  $h = 670km$ .

- ننمذج احد هذه الاقمار وليكن ألسات-2 ب بجسم نقطي يدور حول الأرض بمسار دائري كما في الشكل .

- 1- مثل كيفية القوة المطبقة على هذا القمر من طرف الأرض (نهمل التأثيرات الأخرى).

- 2- حدد المرجع المناسب لدراسة حركة القمر ألسات-2 ب وعرفه.

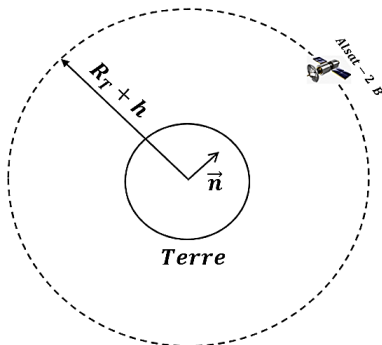
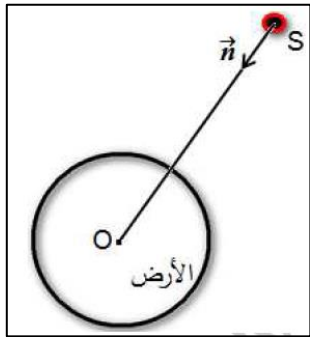
- 3- اكتب العبارة الشعاعية للقوة التي تطبقها الأرض على القمر ألسات-2 ب بدلالة:  $M_T$ ،  $m$ ،  $R_T$ ،  $h$  و  $G$  وشعاع الوحدة  $\vec{n}$

- 4- بالتحليل البعدي حدد وحدة الثابت  $G$ .

- 5- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة  $\vec{a}$  شعاع تسارع حركة القمر حول الأرض ثم استنتج طبيعة الحركة.

- 6- بين ان عبارة السرعة المدارية للقمر الاصطناعي تعطى بالعبارة:  $v = \sqrt{\frac{GM}{R_T+h}}$

- 7- اكتب عبارة دور القمر ثم استنتج قانون كبلر الثالث بالنسبة لهذا القمر.



8- الجدول التالي يعطى دور ونصف قطر مدارات بعض الاقمار الصناعية:

القمر	$h(km)$	$T(s)$	$r^3(m^3)$	$T^2(s^2)$
GLONASS	$19,1 \times 10^3$	$4,02 \times 10^4$		
Giove – A	$23.6 \times 10^3$	$5,19 \times 10^4$		
Astra	$35.65 \times 10^3$	$8,61 \times 10^4$		

أ/ اكمل الجدول ثم ارسم البيان:  $T^2 = f(r^3)$  باستعمال سلم مناسب.

[www.bacd.net](http://www.bacd.net)  
موقع التحضير للكالوريا

ب/ اكتب معادلة المنحنى الناتج وتأكد ان البيان يتوافق مع قانون كبلر الثالث.

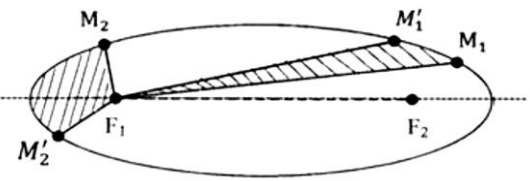
ج/ استنتج قيمة ثابت الجذب العام  $G$ .

د/ حدد دور القمر الصناعي ألسات-2 ب وسرعته في مداره وكذلك قيمة الجاذبية الأرضية  $g$  التي يخضع لها .

$$M_T = 5.97 \times 10^{24} kg \quad , \quad R_T = 6.38 \times 10^3 km$$

### التمرين 11: بكالوريا 2016 رياضيات

1- يمثل الشكل المقابل مسار حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس ، يستغرق الكوكب  $P$  نفس المدة الزمنية  $\Delta t$  في قطع



المسافتين  $M_1M'_1$  و  $M_2M'_2$ . اذكر نصي قانوني كبلر الذين يمكن استخلاصهما.

2- لتبسيط الدراسة نعتبر مسارات الكواكب دائرية نصف قطرها  $r$  بحيث تقع الشمس

في مركزها . يعطي الجدول الاتي مميزات حركة بعض هذه الكواكب :

الكوكب	نصف قطر المسار $r \times 10^6 Km$	الدور $T$	$\frac{T^2}{r^3} (s^2.m^{-3})$
الزهرة	108,2	224j 16h	
الأرض	149,6	365j 6h	
زحل	227,9	686j 22h	

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكوكب  $P$  في المعلم الهليومركزي ، جد عبارة سرعة الكوكب بدلالة ثابت الجذب العام

$G$  ، كتلة الشمس  $M_S$  و نصف القطر  $r$  لمسار الكوكب  $P$ .

ب- اكتب عبارة الدور  $T$  للكوكب بدلالة  $G$  ،  $M_S$  و  $r$  ، ثم استنتج عبارة القانون الثالث لكبلر.

ج- اكمل الجدول السابق ، ماذا تستنتج؟

د- احسب كتلة الشمس  $M_S$ .

هـ- تتميز حركة المشتري حول الشمس بالدور  $T = 314j 11h$  ، اوجد البعد  $r$  لمركز المشتري عن مركز الشمس .

$$G = 6.67 \times 10^{-11} SI$$

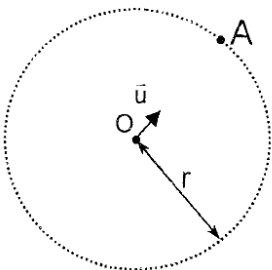
### التمرين 12: بكالوريا 2015 علوم

للتبسيط نعتبر مسارات حركة الكواكب السيارة حول الشمس في المرجع الهليومركزي بدوائر مركزها  $O$

وأنصاف أقطارها  $r$  حيث نرمز لكتلة الشمس بالرمز  $M_S$ .

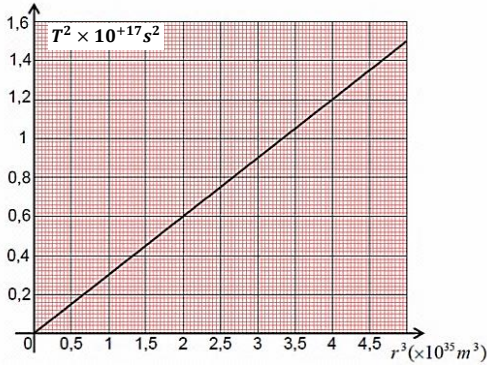
1- أعد رسم الشكل ومثل عليه شعاع اللقوة الجاذبة المركزية  $\vec{F}_{S/p}$  المطبقة من طرف الشمس على احد

الكواكب الذي كتلته  $m_p$  في مركز عطالته المتواجد في الموضع  $A$ .



3- عبر عن شعاع القوة  $\vec{F}_{S/p}$  بدلالة  $G$  ثابت الجذب الكوني ،  $M_S$  ،  $m_p$  ،  $r$  ،  $\vec{u}$  شعاع الوحدة.

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



5- استنتج طبيعة حركته حول الشمس.

6- يمثل الشكل تطور مربع الدور الزمني لكل من كوكب الأرض والمريخ وزحل بدلالة مكعب نصف قطر مدار كل كوكب .

أ- هل يتوافق البيان مع قانون كبلر الثالث ؟

ب- باستعمال البيان بين أن :  $\frac{T^2}{r^3} = 3 \times 10^{-19} (SI)$  ثم استنتج قيمة كتلة الشمس  $M_S$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} SI$$

### التمرين 13: بكالوريا علوم تجريبية 2010

أ/ يكون مسار حركة مركز عطالة كوكب حول الشمس اهليلجيا 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  $\Delta t$ .

1 - اعتمادا على قانون كبلر الأول فسر وجود موقع الشمس في النقطة  $F_1$  ، كيف نسمي عندئذ النقطتين  $F_1$  و  $F_2$ .

2 - حسب قانون كبلر الثاني ما هي 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  $D'$ .

ب/ من أجل التبسيط نمذج 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

ينمذج 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  $G = 6,67 \times 10^{-11} SI$  باستعمال برمجية

« satellite » في جهاز الإعلام الآلي تم رسم

البيان  $T^2=f(r^3)$  الشكل - 6. حيث  $T$  دور الحركة.

1 - اذكر نص قانون كبلر الثالث.

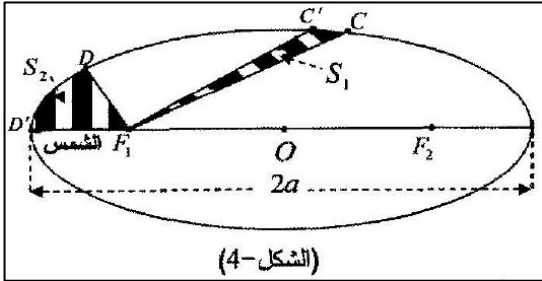
2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكوكب وبإهمال تأثيرات الكواكب

الأخرى ، أوجد عبارة كل من سرعة الكوكب  $v$  ودور حركته  $T$  بدلالة  $G$  ،  $r$  ،  $M$  ،

3 - أوجد بيانيا 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  $M$ .



(الشكل-4)



(الشكل-5)

