مراجعة حركة الأقمار والكواكب « الأستاذ عابدي »

التمرين الأول :

أحد النجوم من الصنف E كتلته M_E , تدور حوله ثلاث أقمار a ; b ; c في مدارات نعتبرها دائرية مركزها هو مركز النجم E , اليك جدول معطيات حولها

الدور $T(jours)$	$T_a = 5,366$	$T_b = 12,93$	$T_c = 83,6$
نصف قطر المسار $r(m) \times 10^{10}$	r_a	$r_b = 0,11$	$r_c = 0,381$

01/ ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة الأقمار الثلاث ؟ وماهي الفرضية المتعلقة به والتي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ؟

02/ أكتب عبارة شدة القوة التي يخضع لها القمر a , ثم باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة G المقدار في جملة الوحدات الدولية .

03/ بين أن حركة القمر a دائرية منتظمة .

04/ بين أن عبارة سرعة القمر تعطى بالعبارة $v_a = \sqrt{\frac{GM_E}{r_a}}$.

05/ عرف الدور T_a ثم أوجد عبارته بدلالة : G ; M_E ; r_a .

06/ أذكر نص قانون كبلر الثالث , ثم بين : $\frac{T_a^2}{r_a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_E}$.

07/ أحسب النسبة $\frac{T_b^2}{r_b^3}$ و $\frac{T_c^2}{r_c^3}$. ثم استنتج كل من M_E و r_a . يعطى : $G = 6,67.10^{-11}\ SI$; $\pi^2 \approx 10$

التمرين الثاني :

أورانوس ($Uranus$) هو سابع كواكب المجموعة الشمسية , حيث يستغرق $\Delta t = 84ans$ ليدور دورة كاملة حول الشمس , لكوكب أورانوس مجموعة من الأقمار التي تدور حوله وهي كالتالي (أنظر الجدول المرافق)

القمر	نصف قطر المسار $r(m).10^6$	الدور $T(jours)$
Miranda	129,8	1,40
Ariel	191,2	2,52
Umbriel	266,0	4,14
Titania	435,8	8,71
Oberon	582,6	13,50

01/ أ- في أي مرجع تتم دراسة حركة أورانوس ثم حركة أقماره ؟

ب - ماذا يمثل Δt بالنسبة لأورانوس ؟

02/ باعتبار الأقمار تدور حول أورانوس في مسارات دائرية

مركزها هو مركز أورانوس . ما طبيعة حركة الأقمار ؟

03/ تمكنا من رسم البيان $v^2 = f(\frac{1}{r})$ (شكل 01)

أ/ عبر v^2 للقمر بدلالة كل من G; M_U ; r

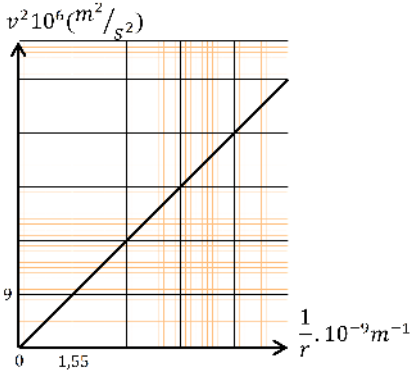
ب/ استنتج كتلة الكوكب أورانوس M_U

04/

أ- أكتب عبارة الدور T التي يحققها أي قمر مما سبق

ب- من خلال معطيات الجدول تأكد من قانون كبلر الثالث .

المعطيات : $G = 6,67.10^{-11}\ SI$



التمرين الثالث :

في المرجع المركزي مريخي والذي نعتبره عطاليا ندرس حركة الأقمار (فوبوس , ديموس , ميرنار4) والتي تدور في مدارات اهليجية الشكل

01/ عرف المرجع المشار اليه في النص , وما هو الخرض الذي يجعله عطاليا ؟

02/ ماذا يمثل المريخ بالنسبة لمدارات الأقمار الثلاث ؟ دعم اجابتك بقانون كبلر الموافق.

03/ باعتبار أن الأقمار مسارها دائري ومركزه هو مركز المريخ

أ- مثل قوة الجذب $\overrightarrow{F_{M/S}}$ التي يطبقها المريخ على أحد أقماره .

ب- أكتب عبارة $\overrightarrow{F_{M/S}}$ بدلالة G ; M; r ; m_S

04/ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

أ- استنتج خصائص شعاع التسارع الناظمي $\overrightarrow{a_N}$

ب- أوجد عبارة السرعة v_S المميزة لأي قمر يدور حول المريخ بدلالة G ; M ; r

ج- أوجد عبارة الدور T_S المميز لكل قمر يدور حول المريخ بدلالة G ; M ; r

د- هل سرعة ودور القمر تتعلق بكتلته m_S ؟ علل.

05/ ذكر بقانون كبلر الثالث , ثم بين انه محقق من أجل أي قمر للمريخ .

06/ أكمل الجدول التالي :

القمر	T	$T^2(s^2)$	$r^3(m^3)$
فوبوس PH	$7h,39min$		
ديموس D	$30h,18min$		
ميرنار4	$24h,36min$		

6-01/ أرسم البيان $T^2 = f(r^3)$ اعتمادا على سلم رسم مناسب .

6-02/ أكتب معادلة البيان وبين أنها تحقق قانون كبلر الثالث .

6-03/ تحقق من كتلة المريخ M.

07/ أحد الأقمار السابقة يعتبر مستقرا بالنسبة للمريخ :

أ- حدد هذا القمر مع التعليل.

ب- أعط تعريفا مختصرا للقمر المستقر.

ج- استنتج ارتفاعه h عن سطح المريخ.

د- أحسب طاقته الكلية E_T.

المعطيات: $G = 6,67.10^{-11} SI$; $M = 6,39.10^{23} Kg$; $R_M = 6,8.10^3 Km$; $T_M = 24,6h$; $m_{MIRNAR4} = 2.10^3 Kg$

$g = 3,72 m.s^{-2}$

تمارين حول حركة الكواكب والأقمار الصناعية

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)، ونتمذج 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 اهذا 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 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: $T \simeq 24h$.

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

التمرين2: بكالوريا رياضيات 2009

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

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

3 – احسب سرعة القمر (Giove-A) على مداره.

4 – عرّف الدور T ثمّ عيّن قيمته بالنسبة للقمر (Giove-A).

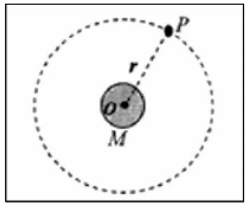
5 – احسب الطاقة الإجمالية للجملة ((Giove-A)+أرض).

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

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

التمرين3: بكالوريا رياضيات 2012

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



المعطيات:

ثابت التجاذب الكوني: $G = 6{,}67\times10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$

المسافة بين المريخ M والقمر P: $r = 9{,}38\times10^3\ km$

كتلة المريخ: $m_M = 6{,}44\times10^{23}\ kg$

كتلة القمر Phobos : m_P

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

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

1 – مثّل على الشكل القوة التي يطبقها الكوكب M على القمر Phobos(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 ، m_M.

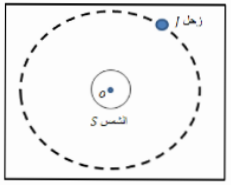
4 – اذكر نص القانون الثالث لكبلر وبيّن أن النسبة: $\frac{T_P^2}{r^3} = 9{,}21\times10^{-13}\ S^2.m^{-3}$ ، ثم استنتج قيمة T_P.

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

التمرين4: بكالوريا رياضيات 2008

المعطيات :

كتلة الشمس	$M_s = 2\times10^{30}kg$
نصف قطر مدار زحل	$r = 7.8\times10^8 km$
ثابت الجذب العام	$G = 6.67\times10^{-11}SI$



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 (الهيليومركزي) 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 5: بكالوريا رياضيات 2008

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

1 – مثّل 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 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 – بيّن أن عبارة السرعة الخطية (v) للقمر الاصطناعي في المرجع المركزي الأرضي تعطى بـــ: $v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$.

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

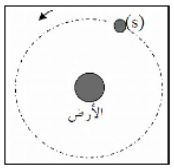
5 – اكتب عبارة دور القمر الاصطناعي حول الأرض بدلالة M_T ، G ، r.

6 – أ/ بيّن 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 $r = 2{,}66\times10^4\ km$ ، احسب دور حركته.

المعطيات: ثابت الجذب العام : $G = 6{,}67\times10^{-11}\ SI$ كتلة الأرض : $M_T = 5{,}97\times10^{24}\ kg$ ، $\pi^2 = 10$.

التمرين6: بكالوريا رياضيات 2013



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

1. مثل القوى الخارجية المؤثرة عل 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، G، h، 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: $\pi^2=10$، $h=35800km$، $R_T=6380km$، $M_T=6\times10^{24}kg$، $G=6.67\times10^{-11}(SI)$.

التمرين 7: بكالوريا علوم تجريبية 2011

ألسات1 *(Alsat1)* قمر اصطناعي جزائري متعدد الاستخدامات كتلته $m_L=90kg$، أرسل إلى الفضاء بتاريخ 28 نوفمبر 2002، يدور حول الأرض وفق مسار إهليجي و دوره $T=98min$.

1- من أجل دراسة حركته نختار مرجعا مناسبا.

ب- اقترح مرجعا لدراسة حركة هذا القمر الاصطناعي حول الأرض.

ت- ذكر بنص القانون الثاني لكبلر.

2- بفرض أن القمر الاصطناعي *(Alsat1)* يدور حول الأرض وفق مسار دائري على ارتفاع h عن سطحها

أ- مثل قوة جذب الأرض بالنسبة للقمر الاصطناعي.

ب- اكتب العبارة الحرفية لشدة قوة جذب القمر الاصطناعي بدلالة : M_T, m_L, h, G, R_T.

ج- بتطبيق قانون نيوتن الثاني تحقق أن عبارة سرعة القمر الاصطناعي المدارية هي الشكل: $v=\sqrt{\frac{GM_T}{r}}$ حيث $r=R_T+h$

د- عرف الدور T وأكتب عبارته بدلالة M_T, r, G.

هـ- احسب الارتفاع h الذي يتواجد عليه القمر *(Alsat1)* عن سطح الأرض.

معطيات : $R_T=6.38\times10^3km$ ، $M_T=6\times10^{24}kg$ ، $G=6.67\times10^{-11}SI$

التمرين 8: 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 .

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

2- الجدول التالي يعطي بعض خصائص حركة قمرين اصطناعيين حول الارض .

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

أ- أحد القمرين جيومستقر عينه مع التعليل؟

ب- احسب تسارع الجاذبية الارضية g عند نقطة من مدار القمر الاصطناعي ألسات 1 ، ماذا تستنتج؟

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

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

التمرين9: بكالوريا رياضيات 2011

يدور كوكب القمر حول الأرض وفق مسار نعتبره دائريا مركزه هو مركز الأرض، ونصف قطره $r = 384\times10^3$ km ، ودوره $T_L = 25,5$ j.

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

ب – احسب قيمة السرعة v لحركة مركز عطالة القمر.

2 – المركبة الفضائية Apollo التي حملت رواد الفضاء إلى سطح القمر سنة 1968، حلقت في مدار دائري حول القمر على ارتفاع ثابت $h_A = 110$ km.

أ – ذكّر بنص القانون الثالث لكبلر.

ب – أوجد 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.

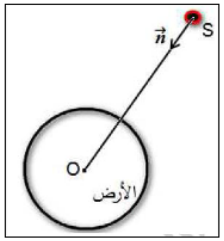
المعطيات: $G = 6,67\times10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2} ، كتلة القمر : $M_L = 7,34\times10^{22}$ kg

نصف قطر القمر: $R_L = 1,74\times10^3$ 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.

التمرين10: 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.

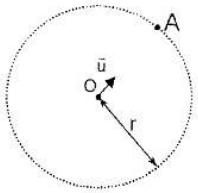


1. مثل شعاع التسارع $\vec{a}$ لحركة القمر الاصطناعي (S) .
2. أعط دون برهان عبارة شعاع التسارع $\vec{a}$ لحركة القمر الاصطناعي (S) بدلالة v سرعة القمر ونصف قطر المسار r وشعاع الوحدة $\vec{n}$.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن عبارة سرعة القمر الاصطناعي حول الارض تعطى بالعلاقة: $v=\sqrt{\frac{GM_T}{r}}$.
4. اكتب العلاقة بين T_S و r، حيث T_S دور القمر الاصطناعي (S) حول الأرض.
5. بين أن $\frac{T_S^2}{r^3}=9.85\times10^{-14}s^2.m^{-3}$
6. استنتج M_T كتلة الأرض.

يعطى: $G=6.67\times10^{11}(SI)$ ، $R_T=6400km$.

التمرين 11: بكالوريا 2015 علوم

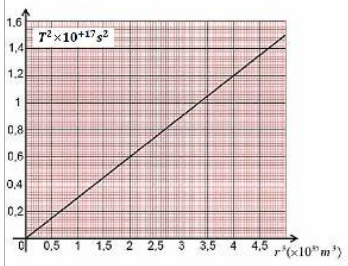
للتبسيط نعتبر مسارات حركة الكواكب السيارة حول الشمس في المرجع الهليومركزي بدوائر مركزها O وأنصاف أقطارها r حيث نرمز لكتلة الشمس بالرمز M_S .



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 .

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

3- بإهمال تأثير القوى الاخرى أمام $\vec{F}_{S/p}$ 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 الشكل تطور مربع الدور الزمني لكل من كوكب الأرض والمريخ وزحل بدلالة مكعب نصف قطر مدار كل كوكب .

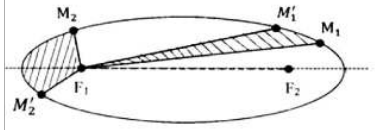
أ- هل يتوافق البيان مع قانون كبلر الثالث ؟

ب- باستعمال البيان بين أن : $\frac{T^2}{r^3} = 3\times10^{-19}(SI)$ ثم استنتج قيمة كتلة الشمس M_S

$G = 6.67\times10^{-11}SI$

التمرين12: بكالوريا 2016 رياضيات

1- يمثل الشكل المقابل مسار حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس ، يستغرق الكوكب P نفس المدة الزمنية Δt 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 $r\times10^6Km$	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؟

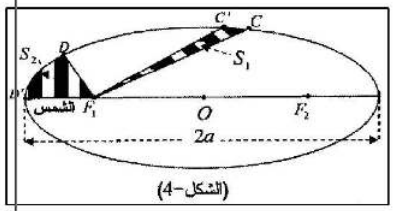
د- احسب كتلة الشمس M_S .

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

$G = 6.67\times10^{-11}SI$

التمرين13: بكالوريا علوم تجريبية 2010

أ/ يكون مسار حركة مركز عطالة كوكب حول الشمس اهليليجيا كما يوضحه الشكل –



(الشكل-4)

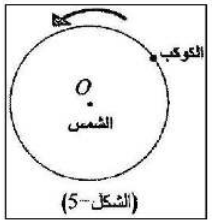
4. ينتقل الكوكب أثناء حركته على مداره من النقطة C إلى النقطة C′ ثم من النقطة D إلى النقطة D′ خلال نفس المدة الزمنية Δt.

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 – بيّن أن متوسط السرعة بين الموضعين C و C′ أقل من متوسط السرعة بين الموضعين D و D′.

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 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 $G = 6{,}67\times10^{-11}$ SI باستعمال برمجية « satellite » في جهاز الإعلام الآلي تم رسم



(الشكل-5)

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

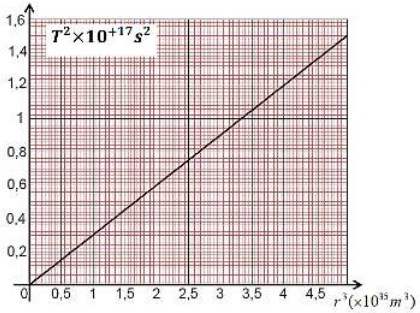
1 – اذكر نص قانون كبلر الثالث.

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



التمرين 14:

تم ارسال اول قمر صناعي *Galiléo* للبرنامج *GIOVEA* في 28 ديسمبر 2005 . نعتبر ان القمر الاصطناعي جسما نقطيا S يخضع لقوة جذب الارض فقط، يرسم مدارا دائريا على ارتفاع $h = 23{,}6.10^3 km$ عن سطح الارض.

1- مثل كيفيا الارضة القمر الاصطناعي على مساره والقوة المطبقة من طرف الارض على هاذ القمر.

2- ما هو المرجع الذي تدرس فيه الحركة؟ ما هي الفرضية الواجب وضعها بالنسبة لهذا المرجع ليصبح عطاليا؟

3- اوجد عبارة سرعة الحركة بدلالة M_T ، R_T ، h و G.

4- اجد عبارة دور القمر ثم استنتج قانون كبلر الثالث.

5- مقارنة حركة القمر الصناعي بحركة اقمار صناعية اخرى: الجدول التالي يعطى دور و نصف قطر مدارات بعض الاقمار الصناعية:

القمر	$h(km)$	$T(s)$	$r^3(m^3)$	$T^2(s^2)$
GPS	$13{,}9\times10^3$	$2{,}88\times10^4$		
GLONASS	$19{,}1\times10^3$	$4{,}02\times10^4$		
METEOSAT	$35{,}7\times10^3$	$8{,}61\times10^4$		

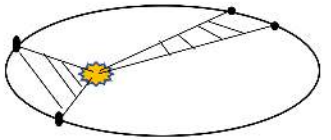
ما يجب معرفته في تطبيق القانون الثاني لنيوتن على حركة قمر أو كوكب ، الأستاذ عابدي ،

01/ سنبدأ بمجموعة من التعريفات المهمة :

1-01/ قوانين كبلر

أ/ القانون الأول: لكبلر تدور الكواكب في مدارات اهليجية تعتبر الشمس أحد محرقيها .

ب/ القانون الثاني : الخط الواصل بين الكوكب والشمس يمسح مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية .



$S_1 = S_2$

$\Delta t_1 = \Delta t_2$

ج/ القانون الثالث : مربع الدور لكوكب يتناسب مع مكعب البعد المتوسط بينه وبين الشمس.

2-01/ المراجع :

أ/ المرجع المركزي شمسي (هيليومركزي) : مرجع مزود بمعلم مبدؤه مركز الشمس ومحاوره الثلاثة تتجه نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة.

متى نوظفه ؟ اذا درست حركة كوكب حول الشمس .

ب/ المرجع المركزي أرضي (جيومركزي) : مرجع مزود بمعلم مبدؤه مركز الأرض ومحاوره الثلاثة تتجه نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة .

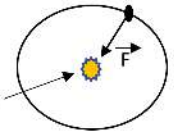
متى نوظفه ؟ اذا درست حركة قمر حول الأرض .

ملاحظة مهمة في بعض التمارين ندرس حركة قمر حول كوكب من الكواكب في هذه الحالة يكون المرجع المناسب هو المرجع المرتبط بهذا الكوكب أي نكتب (مركزي .....) ونظيف اسم الكوكب مثل مركزي مريخي .

02/ القوة المؤثرة على القمر (الكوكب) المتحرك :

في كل التمارين نعتبر أن القمر (الكوكب) يخضع لقوة الجذب $\overrightarrow{F_{M/S}}$ المطبقة عليه فقط .

أ/ تمثيل شعاع القوة $\overrightarrow{F_{M/S}}$:



*يمثل شعاع القوة دوما نحو المركز

مع اعتبار المسار دائري .

ب/ العبارة الشعاعية : $\overrightarrow{F_{M/S}} = -\frac{GMm_S}{(R+h)^2}\overrightarrow{u}$

ج/ عبارة شدة القوة $F_{M/S}$: $F_{M/S} = \frac{GMm_S}{(R+h)^2}$

حيث :

G : ثابت الجذب العام ويقدر في جملة الوحدات الدولية $G = 6,67 * 10^{-11} SI$

M : كتلة الجسم المركزي وتقدر Kg

m_S : كتلة الجسم (قمر أو كوكب) المتحرك (الذي يدور) وتقدر Kg

R : نصف قطر الجسم المركزي ويقدر m

h : ارتفاع (القمر أو الكوكب) عن سطح الجسم المركزي ويقدر m

03/ بين أن حركة القمر (الكوكب) دائرية منتظمة ؟

جواب بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum F_{ext} = m_S a$

ومنه نعوض القوة بعبارتها من (02) أي

$$F_{M/S} = m_S a_N$$

$$\frac{GMm_S}{(R+h)^2} = m_S a_N$$

ومنه $a_N = \frac{GM}{(R+h)^2} = Cte$

04/ عبارة السرعة المدارية

لدينا : $a_N = \frac{v^2}{r}$; حيث : $r = R + h$

ومنه :

$$\frac{v^2}{(R+h)} = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

اذن : $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

ملاحظة : السرعة خاصة بالجسم الذي يدور وهي ثابتة في القيمة

05/ عبارة الدور T

الدور هو زمن دورة واحدة وبما أن المسار دائري اذن

لدينا $T = \frac{2\pi r}{v}$

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{\frac{GM}{(R+h)}}} = 2\pi(R+h)\sqrt{\frac{(R+h)}{GM}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$$

06/ كيف أتحقق من قانون كبلر الثالث ؟

لدينا : $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$

بتربيع الطرفين : $T^2 = 4\pi^2\frac{(R+h)^3}{GM}$

ومنه : $\frac{T^2}{(R+h)^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = Cte$

اذن قانون كبلر الثالث محقق

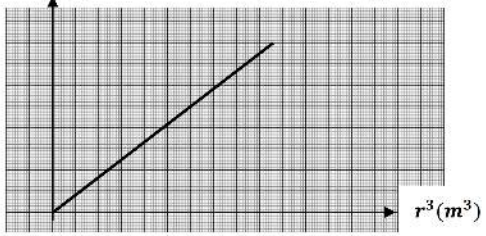
ملاحظة يمكن أن يطلب منك حساب المقدار $\frac{4\pi^2}{GM}$ ، أو يعطى في التمرين وتتأكد منه .

07/ البيانات التي يمكن أن نصادفها في التمارين

1. $T^2 = f(r^3)$

لدينا مما سبق $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ ، حيث $r = R + h$

ومنه $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3$ ....(01) $T^2(s^2)$



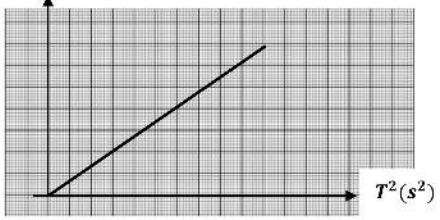
البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته $T^2 = ar^3$.....(02)

بالمطابقة بين (01) و (02) نجد : $\frac{4\pi^2}{GM} = a$

2. $r^3 = f(T^2)$

لدينا مما سبق $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$

ومنه $r^3 = \frac{GM}{4\pi^2}T^2$ ..... (01) $r^3(m^3)$



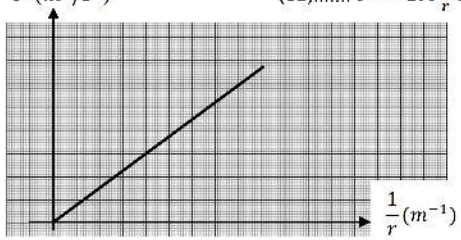
البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته $r^3 = aT^2$.....(02)

بالمطابقة بين (01) و (02) نجد : $\frac{GM}{4\pi^2} = a$

3. $v^2 = f(\frac{1}{r})$

لدينا مما سبق $\frac{v^2}{r} = \frac{GM}{r^2}$

ومنه $v^2 = GM\frac{1}{r}$ .....(01) $v^2(m^2/s^2)$



البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته $v^2 = a\frac{1}{r}$.....(02)

بالمطابقة بين (01) و (02) نجد : $a = GM$

ملاحظة : في كل البيانات السابقة يمكنك حساب ميل المستقيم من حساب مقدار ثابت هو M أو G حيث M كتلة الجسم المركزي .

08/ القمر الجيومستقر :

متى نقول عن قمر أنه جيومستقر ؟

الجواب : اذا كان دوره يساوي دور الأرض

من خصائصه : أ/ يدور في نفس جهة الأرض

ب/ دوره مساوي لدور الأرض

في حالة قمر يدور حول كوكب ليس الأرض نطبق نفس الخصائص السابقة لمعرفة اذا مستقرا أم لا .

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

من حساب الارتفاع المناسب ليصبح القمر مستقرا حيث نعوض T بدور الكوكب .

09/ حساب الطاقة الكلية للقمر :

$$E_T = E_{pp} + E_C$$

$$E_T = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

حيث h ارتفاع القمر عن سطح الكوكب.

و v سرعة القمر .

في كل التطبيقات يجب استعمال الوحدات التالية : Kg ; m ; s

بالتوفيق في شهادة البكالوريا ، الأستاذ عابدي عبد الحفيظ ،