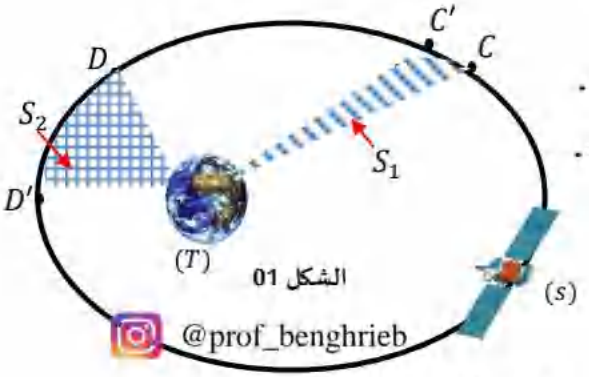
**تمرين شامل للمراجعة :**

" وعيا منها برهانات تطوير الأنشطة الفضائية ،اعتمدت الحكومة الجزائرية منذ نوفمبر 2006 البرنامج الفضائي الوطني 2006-2020 الذي يهدف إلى الكسب التدريجي لتكنولوجيا الفضاء وكذا الاستجابة للاحتياجات الوطنية خدمة لتنمية وطنية دائمة ... "

**وكالة الأنباء الجزائرية – 24/12/2017**

**I.** بتاريخ 12 جويلية 2010 تم اطلاق القمر الاصطناعي الجزائري الثاني $ALSET\ 2$ الذي نرمز له بـ $(S)$ حيث تم وضعه في مداره الإيهليليجي بنجاح ،ليدور حول الأرض على ارتفاع من سطحها محصور بين $600km$ و $1000km$.

يمثل الشكل (01) مخططا مبسطا لمدار $(S)$ حول الأرض ، نعتبر $(S)$ خاضعا لقوة جذب الأرض $(T)$ فقط .



الشكل 01

@prof_benghrieb

**1.** ماذا يمثل مركز الأرض بالنسبة لمدار هذا القمر ؟

أذكر نص القانون الذي يوضح ذلك ثم احسب نصف قطره الكبير .

**2.** مثل بشكل كيفي شعاع القوة التي يخضع لها $(S)$ أثناء دورانه .

**3.** يتحرك القمر الصناعي من C إلى C' ثم من D إلى D' خلال نفس المدة الزمنية $\Delta t$.

أ- ماهي العلاقة بين المساحتين $S_1$ و $S_2$؟ برر

ب- بين أن السرعة المتوسطة بين C و C' أقل من السرعة المتوسطة بين D و D' .

جـ- مثل على نفس الشكل السابق شعاع السرعة $\overrightarrow{v_{C'}}$ في الموضع C' و $\overrightarrow{v_{D'}}$ الموضع D' .

**II.** نعتبر حركة القمر الصناعي دائرية على ارتفاع متوسط ثابت من سطح الأرض $h = 800km$.

**1.** ماهو المرجع المناسب لدراسة حركة هذا القمر ؟ عرفه .

**2.** ماهي الفرضية المتعلقة بهذا المرجع التي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن فيه ؟

@prof_benghrieb

**3.** هل شدة جذب الأرض للقمر ثابتة ؟ أحسب شدتها .

**4.** باستعمال التحليل البعدي حدد وحدة $G$ .

**5.** احسب سرعة المدارية للقمر الصناعي $(S)$.

**6.** احسب التسارع ثم مثله كيفيا على الشكل مع ذكر خصائص هذا الشعاع .

**7.** بين أن حركة القمر الصناعي دائرية منتظمة .

**8.** عرف الدور $T$ ثم أكتب عبارته بدلالة $h\ G\ M\ T\ M_T$ ثم أحسب قيمته .

**9.** استنتج عبارة القانون الثالث لكبلر ثم اذكر نصه .

**10.** أ- استنتج عبارة $g$ بدلالة الارتفاع عن سطح الأرض h ; G M ; $M_T$ .

ب- ما هي عبارة قيمة الجاذبية الأرضية $g_0$ على سطح الأرض؟

جـ- بين أن : $g = g_0 \frac{{R_T}^2}{(R_T+h)^2}$

**III.** يمكن لقمر صناعي اخر $(S')$ أن يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع $h'$ من سطحها .

**1.** عرف القمر الجيو مستقر ثم اذكر خصائصه.

**2.** حدد $h'$ باعتباره جيو مستقر بطريقتين مختلفتين .

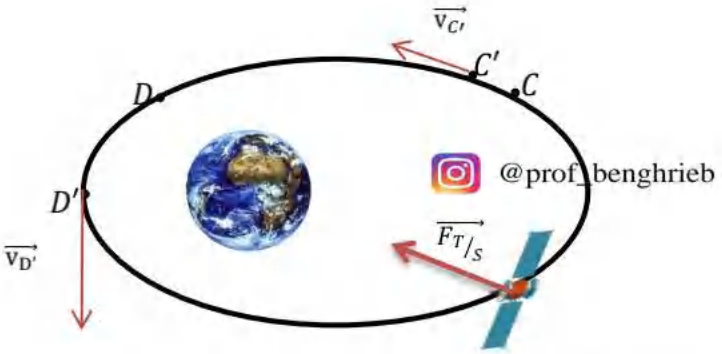
| | | |
|---|---|---|
| نصف قطر الأرض: $R_T = 6400km$ | كتلة الأرض : $M_T = 6 \times 10^{24}\ kg$ | ثابت الجذب العام : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ SI$ |
| دور حركة الأرض حول محورها : $T = 24h$ | كتلة القمر الصناعي $(S)$ : $m_s = 130\ kg$ ونصف قطره مهمل | |

www.dzexams.com

## الجزء الأول:

**1-** يمثل مركز الأرض محرق مدار القمر الصناعي . القانون الذي يوضح ذلك هو القانون الأول لكيبلر : تدور الكواكب وفق مدارات اهليليجية : قطع ناقص : تقع الشمس في أحد محرقي المدار :

**2-** تمثيل القوة :




**3-** أ-العلاقة بين المساحتين $S_1$ و $S_2$ أنهما متساويتين ،حسب القانون الثاني لكيبلر : الشعاع الرابط بين مركز القمر الصناعي والأرض يمر من C إلى C' ثم من D إلى D' خلال نفس المدة الزمنية $\Delta t$ فالمساحتين متساويتين .

بـمن اجل $S_2 = S_1$ فإن :

$$CC' < DD' \rightarrow \frac{CC'}{\Delta t} < \frac{DD'}{\Delta t} \rightarrow v_{CC'} < v_{DD'}$$

و منه السرعة المتوسطة بين C و C' أقل من السرعة المتوسطة بين D و D' .

ج- أنظر في الشكل .

## الجزء الثاني:

**1-** المرجع المناسب : سطحي أرضي (جيومركزي) تعريفه : ينسب إلى مركز الأرض ومزود بمعلم متعامد ومتجانس مبدأه مركز الأرض ويتجه نحو ثلاث (03) نجوم ثابتة (بالنسبة للأرض) ،عطالي كفاية لندرس من خلاله حركة القمر و الأقمار الصناعية ...

**2-** الفرضية : يجب أن يكون هذا المرجع عطالي (غاليلي) ، ويتحقق ذلك بمايلي : ان تكون مدة حركة ( قمر أو القمر الصناعي) صغيرة مقارنة بمدة دوران الأرض حول الشمس : المرجع الجيومركزي.

**3-** نعم القوة $\vec{F}$ ثابتة،(لأن كل المقادير في علاقتها ثابتة ).

حسابها :

$$F = G.\frac{M_T.m_s}{(R_T+h)^2} \rightarrow F = 6.67\times10^{-11}\times\frac{6\times10^{24}.130}{(6400.10^3+800.10^3)^2} \rightarrow \boldsymbol{F = 1003.5\ N}$$

**4-** التحليل البعدي لثابت الجذب العام $G$ :

$$F = G.\frac{m_1.m_2}{d^2} \rightarrow G = \frac{F.d^2}{m_1.m_2} \rightarrow [G] = \frac{[F].L^2}{M^2} \rightarrow [G] = \frac{(M.T^{-2}.L).L^2}{M^2} \rightarrow \boxed{[G] = \frac{L^3}{M.T^2}}$$

ومنه وحدة ثابت الجاذبية هو : $m^3/kg.s^2$

www.dzexams.com

5ـحساب السرعة المدارية : الجملة : قمر صناعي ، المرجع :جيومركزي (نعتبره عطالي).

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد : $\vec{F} = m_s.\vec{a}$ بالإسقاط على الناظم نجد : $F = m_s.a_n$ ونعلم أن : $a_n = \frac{v^2}{(R_T+h)}$

ومنه :

$$v = \sqrt{(R_T + h).a_n} = \sqrt{(R_T + h).\frac{F}{m_s}}$$

تطبيق عددي :

$$v = \sqrt{(6400.10^3 + 800.10^3).\frac{3.59\times10^6}{130}} \rightarrow \boldsymbol{v = 7455.4\ m/s}$$

6ـتحديد قيمة التسارع :

$$a_N = \frac{v^2}{(R_T + h)} \rightarrow a_N = \frac{7455.4^2}{(7200.10^3)} \rightarrow \boldsymbol{a_N = 7.72\ m/s^2}$$

خصائصه: المبدأ: النقطة المعتبرة،الحامل: عمودي على شعاع السرعة ، الجهة : نحو تقعر المسار ( مركز الدائرة)

7ـتبيين أن الحركة دائرية منتظمة : بما أن المسار دائري و السرعة المدارية ثابتة فالحركة دائرية منتظمة .

8ـ أتعريف الدور: هو الزمن اللازم لإنجاز الكوكب (القمر) دورة واحدة كاملة حول الشمس ( الأرض) .

$$v = \frac{2\pi.(R_T + h)}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi.(R_T + h)}{v} \rightarrow T = \frac{2\pi.(R_T + h)}{\sqrt{\frac{G.M}{(R_T + h)}}} = 2\pi.(R_T + h).\sqrt{\frac{(R_T + h)}{G.M}} \rightarrow \boldsymbol{T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G.M}}}$$

9ـبرهان القانون الثالث لنيوتن :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G.M}} \rightarrow T^2 = (2\pi\sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G.M}})^2 \rightarrow T^2 = 4.\pi^2.\frac{(R_T + h)^3}{G.M} \rightarrow \boldsymbol{\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M}}$$

نص القانون :

مربع دور حركة الكوكب حول الشمس يتناسب طردا مع مكعب نصف قطر مساره الكبير .

10ـإيجاد عبارة $g$:

1ـاستنتج عبارة $g$ بدلالة الارتفاع عن سطح الأرض h ; G M ; R (نصف قطر الأرض)

$$P = F \rightarrow m.g = G.\frac{m.M}{(R + h)^2} \rightarrow g = \frac{G.M}{(R + h)^2}$$

2ـما هي عبارة قيمة الجاذبية الأرضية على سطح الأرض $g_0$ ؟ ( سطح الأرض أي $h = 0$ ) ومنه : $g_0 = \frac{G.M}{R^2}$

3ـاستنتج عبارة $g$ بدلالة $g_0$ ، R و h (وهي نفسها عبارة قيمة التسارع لمركز عطالة القمر الاصطناعي).

$$g_0 = \frac{G.M}{R^2} \rightarrow G.M = g_0.R^2$$

ولدينا مما سبق :

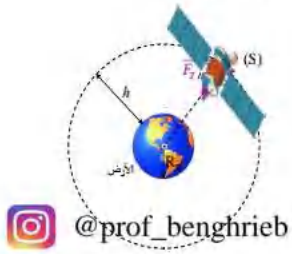
$$F = m.a_N \rightarrow G.\frac{m.M}{(R+h)^2} = m.a_N \rightarrow \boldsymbol{a_N = \frac{G.M}{(R+h)^2}} \rightarrow a_N = \frac{g_0.R^2}{(R+h)^2} \rightarrow g = \frac{g_0.R^2}{(R+h)^2}$$

www.dzexams.com

**الجزء الثالث:**

أنعرّف القمر الاصطناعي الجيو مستقر بأنه قمر اصطناعي ساكن بالنسبة للمرجع السطحي الأرضي .

بد ليكون كذلك يجب أن يتحقق ما يلي :




@prof_benghrieb

1ـ حركته دائرية منتظمة تتم في نفس جهة دوران الأرض حول نفسها .

2ـ يقع مساره في نفس المستوي مع خط الاستواء.

3ـ دور حركته هو نفس دور حركة الأرض حول نفسها أي T=24h.

ج ـ حساب $h'$ ارتفاع هذا القمر الصناعي $(S')$ باعتباره جيو مستقر .

**الطريقة الأولى:**

$$\frac{T'^2}{(R_T+h')^3}=\frac{4\pi^2}{GM_T} \rightarrow (R_T+h')^3=\frac{GM_T.T^2}{4\pi^2} \rightarrow R_T+h'=\sqrt[3]{\frac{GM_T.T'^2}{4\pi^2}} \rightarrow \boldsymbol{h'=\sqrt[3]{\frac{GM_T.T'^2}{4\pi^2}}-R_T}$$

$$\boldsymbol{h'}=\sqrt[3]{\frac{6.67\times10^{-11}.6\times10^{24}.(\mathbf{24\times3600})^2}{\mathbf{4\pi^2}}}-6400.10^3 \rightarrow \boldsymbol{h'=35911825.2\ m}$$

**الطريقة الثانية:**

$$\frac{T'^2}{(R_T+h')^3}=\frac{4\pi^2}{GM_T} \text{ و } \frac{T^2}{(R_T+h)^3}=\frac{4\pi^2}{GM_T} \leftrightarrow \frac{T'^2}{(R_T+h')^3}=\frac{T^2}{(R_T+h)^3} \rightarrow (R_T+h')^3=\frac{T'^2}{T^2}.(R_T+h)^3$$

$$\rightarrow R_T+h'=\sqrt[3]{\frac{T'^2}{T^2}.(R_T+h)^3} \rightarrow h'=\sqrt[3]{\frac{T'^2}{T^2}.(R_T+h)^3}-R_T \Rightarrow \boldsymbol{h'=35911825.2\ m}$$

@prof_benghrieb

www.dzexams.com