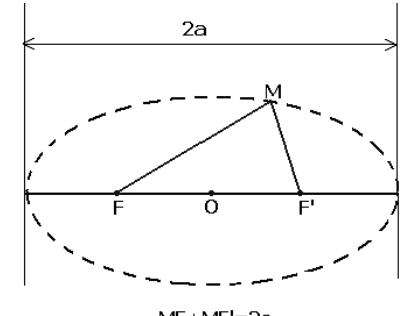
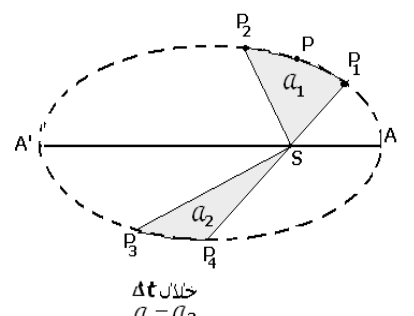
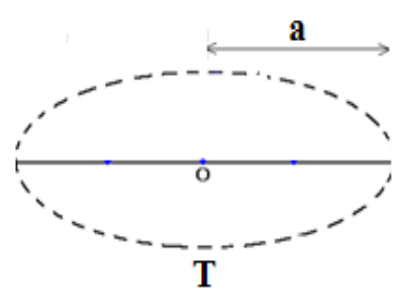


I- القوانين الثلاثة "لكيبلر: Kepler"

القانون 1: قانون المدارات الإهليلجية " مسار مركز قصور كوكب ، في المرجع المركزي الشمسي ، إهليلج يشكل مركز الشمس إحدى بؤرتيه." $MF + MF' = 2a = Cte$	القانون 2: قانون المساحات "تكسح القطعة [SP] التي تربط مركز الشمس بمركز الكوكب مساحات متقاربة في مدد زمنية متساوية"	القانون 3: قانون الأدوار. يتناسب مربع الدور المداري إطرادا مع مكعب نصف طول المحور الكبير للإهليلج: $\frac{T^2}{a^3} = k$
		

II- الحركة الدائرية المنتظمة


تعريف " تكون حركة نقطة دائرية منتظمة إذا كان مسار هذه النقطة المتحركة دائريا و قيمة سرعتها ثابتة."  
مميزات الحركة الدائرية المنتظمة:

السرع: السرعة الزاوية ثابتة: $\omega = \dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} = Cte$ - متجهة السرعة $\vec{v}$ متماسة للمسار الدائري ، و منحاه هو منحنى الحركة : $\vec{v} = r \cdot \omega \cdot \vec{u}$ متجهة واحدة	التسارع بالنسبة لحركة دائرية منتظمة ، متجهة التسارع مركزية انجاذبية ، تعبيرها : $\vec{a} = \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n} = r \cdot \omega^2 \cdot \vec{n}$	دور الحركة هو مدة لازمة لانجاز دورة كاملة $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi \cdot r}{v}$
ملحوظة: في الحركة الدائرية المنتظمة : $\vec{a} \perp \vec{v}$ الشرطان الأساسيان للحصول على حركة دائرية منتظمة تكون حركة مركز قصور جسم صلب كتلته $m$ ، دائرية منتظمة ، في معلم غاليلي إذا كان: المجموع $\vec{F}$ للقوى الخارجية المطبقة على الجسم الصلب مركزيا انجاذبيا.		
منظم المتجهة $\vec{F}$ ، ثابت ، و يحقق العلاقة : $F = \frac{m \cdot v_G^2}{r}$		

III- الحركة المدارية

1- قانون نيوتن للتجاذب الكوني

يحدث بين جسمين (A) و (B) كتلتاهما  $m_A$  و  $m_B$  ، و تفصل بينهما مسافة AB ، تجاذب كوني قوتاهما  $\vec{F}_{A/B}$  و  $\vec{F}_{B/A}$  بحيث  $\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B} = -\frac{G \cdot m_A \cdot m_B}{AB^2} \cdot \vec{u}_{AB}$

  
 $\vec{F}_{B \rightarrow A} = G \frac{M_A M_B}{AB^2} \vec{u}$      $\vec{F}_{A \rightarrow B} = G \frac{M_A M_B}{AB^2} (-\vec{u})$

2- الحركة المدارية للكواكب حول الشمس

المجموعة المدروسة : الكوكب  
\* جرد القوى المطبقة على الكوكب . قوة التجاذب الكوني  
\* المرجع : المركزي الشمسي.

$\vec{a}_G = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u} - \frac{v^2}{r} \cdot \vec{u}_{sp}$     و     $\vec{F}_S = -G \cdot \frac{M_S M_p}{r^2} \cdot \vec{u}_{sp}$

\* القانون الثاني لنيوتن :  
 $\begin{cases} \frac{dv}{dt} = 0 \\ v^2 = G \cdot \frac{M_S}{r} \end{cases}$  اي  $\begin{cases} v = Cte \\ r = G \cdot \frac{M_S}{v^2} \end{cases}$

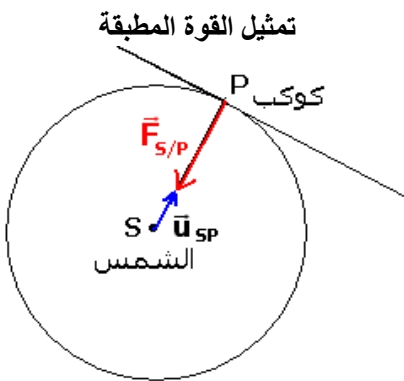
حيث  $r$  المسافة الفاصلة بين مركزي قصور الكوكب و الشمس  
تعبير السرعة دوران الكوكب حول الشمس

من خلال العلاقات نستنتج :  $v = \sqrt{G \cdot \frac{M_S}{r}}$

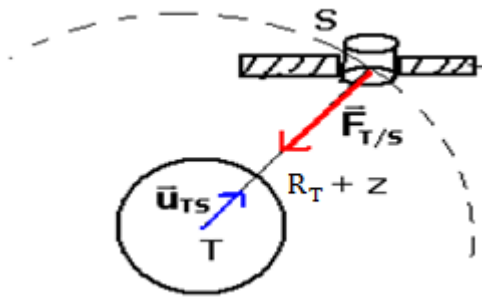
تعبير الدور المداري للكوكب حول الشمس

الدور المداري هو المدة الزمنية التي يستغرقها الكوكب لإنجاز دورة كاملة حول الشمس بسرعة ثابتة .

نعلم  $T = \frac{2\pi}{v} \cdot r$  ومنه  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{G \cdot \frac{M_S}{r}}} \cdot r$  نستنتج ان تعبير الدور المداري  $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_S}}$



### 3- الحركة المدارية لقمر اصطناعي حول كوكب (ارض مثلا)



\* المجموعة المدروسة : القمر

\* جرد القوى المطبقة على القمر : قوة التجاذب الكوني

\* المرجع : المركزي الكوكبي. (الارضي)

$$\vec{F}_{T/S} = -G \cdot \frac{M_s M_p}{(R_T + z)^2} \cdot \vec{u}_{TS}$$

$$\vec{a}_G = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u} - \frac{v^2}{(R_T + z)} \vec{u}_{TS}$$

\* القانون الثاني لنيوتن :  $\vec{F}_{T/S} = M_s \cdot \vec{a}_G$

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} = 0 \\ \frac{v^2}{(R_T + z)} = G \cdot \frac{M_p}{(R_T + z)^2} \end{cases}$$

( $R_T + z$ ) المسافة الفاصلة بين مركزي قصور الكوكب (الارض) و القمر

G : ثابتة التجاذب الكوني.  $R_T$  : شعاع الكوكب (الارض) . z : ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الكوكب.  $M_p$  : كتلة الكوكب .

تعبير السرعة دوران القمر الاصطناعي حول الكوكب

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M_p}{(R_T + z)}}$$

تعبير الدور المداري للقمر الاصطناعي حول الكوكب

الدور المداري هو المدة الزمنية التي يستغرقها القمر الاصطناعي لإنجاز دورة كاملة حول الكوكب بسرعة ثابتة .

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{(R_T + z)^3}{G \cdot M_s}} \quad \text{نستنتج ان تعبير الدور المداري} \quad T = \frac{2 \cdot \pi}{v} \cdot (R_T + z) \quad \text{ومنه} \quad T = \frac{2 \cdot \pi}{v} \cdot (R_T + z)$$

ملحوظة : لا تتعلق v سرعة الدوران و لا T الدور المداري بكتلة القمر الاصطناعي بل تتعلق بارتفاعه z بالنسبة لسطح الكوكب.

### 4- التحقق من القانون الثالث لكيبلير

$$T^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{r^3}{G \cdot M_i} \quad \text{اي} \quad T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_i}} \quad \text{نستنتج ان القانون الثالث لكيبلير :} \quad \frac{T^2}{r^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_i}$$

حركة دوران الاقمار حول الارض

$$K = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_T} = 8,78 \cdot 10^{-14} \text{ s}^2 \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{حيث} \quad M_T \text{ كتلة الارض}$$

حركة دوران الكواكب حول الشمس

$$K = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_S} = 2,96 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2 \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{حيث} \quad M_S \text{ كتلة الشمس}$$

### IV- الاستقمار

"الاستقمار هو وضع قمر اصطناعي في مداره حول الارض و إعطاءه سرعة كافية تُحوّله حركة دائرية منتظمة حول الارض".

تتم عملية الاستقمار بواسطة مركبة فضائية ، تقوم بدور مزدوج :

حَمَل القمر الاصطناعي إلى ارتفاع يفوق 200 Km ، حيث الغلاف الجوي الأرضي منعدم تقريبا.

منح القمر الاصطناعي ، سرعة تجعله يبقى في مدار دائري حول الارض حيث  $\vec{TS} \perp \vec{v}_0$  ، و منظم المتجهة  $\vec{v}_0$  يحقق العلاقة  $v_0 = \sqrt{\frac{G \cdot m_T}{r_T + z}}$

نعتبر القمر الاصطناعي خاضعا لقوة التجاذب الأرضي فقط ، بحيث نهمل الاحتكاكات المتعلقة بالجو.

### V- الاقمار الساكنة بالنسبة للارض

#### 1- تعريف

يكون القمر الاصطناعي ساكن بالنسبة للارض عندما يبقى ثابت بالنسبة لملاحظ على سطح الارض

مثال : القمر الاصطناعي للارسل التلفزيوني حيث يستقبل الهوائي المقعر اشاراته

#### 2- الشروط اللازمة لكي يكون القمر ساكنا بالنسبة للارض

- أن يدور القمر الاصطناعي في نفس منحنى دوران الارض حول محورها القطبي.

- ينبغي يكون مداره في مستوى خط الاستواء.

- أن يكون دوره المداري مساويا لدور حركة دوران الارض حول محورها القطبي: أي  $T = 23\text{h}56\text{min}4\text{s}$



ملحوظة : الارتفاع الذي يوضع عليه القمر عن سطح الارض كي يصبح ساكنا هو :  $h = 36000\text{Km}$