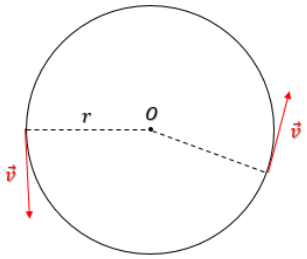
المجـــال: التطورات الرتيبة

الوحدة الخامسة: تطور جمـلة ميكانيـــكية

الموضوع: حركة الأقمار الاصطناعية والكواكب | **المدة: 2سا**

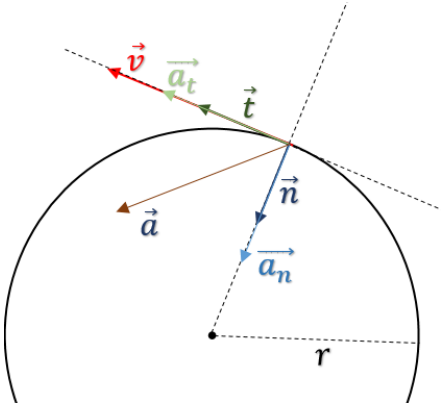
1. الحركة الدائرية المنتظمة:



يكون للمتحرك حركة دائرية منتظمة إذا كان مسارها دائريا وقيمة شعاع سرعتها ثابتة.

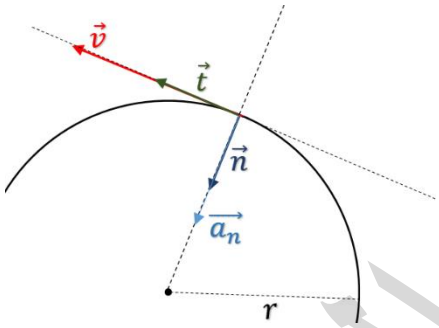
ملاحظة: إن شعاع السرعة $\vec{v}$ ليس ثابتا لأن منحاه يتغير خلال الزمن، لكن قيمته وحدها هي التي تبقى ثابتة.

1-1. شعاع التسارع:



- عندما تكون الحركة دائرية كيفية، تعطى عبارة شعاع التسارع $\vec{a}$ في معلم فريني بالعلاقة:

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}.\vec{t} + \frac{v^2}{r}.\vec{n}$$



- إذا كانت الحركة دائرية منتظمة، فإن $v=C^{ste}$ وعليه يكون: $\frac{dv}{dt} = 0$

ومنه تصبح علاقة التسارع كالآتي:

$$\vec{a} = \vec{a}_n = \frac{v^2}{r}.\vec{n}$$

2-1. دور الحركة:

هي المدة الزمنية اللازمة لإنجاز دورة واحدة أي قطع مسافة $x=2\pi r$

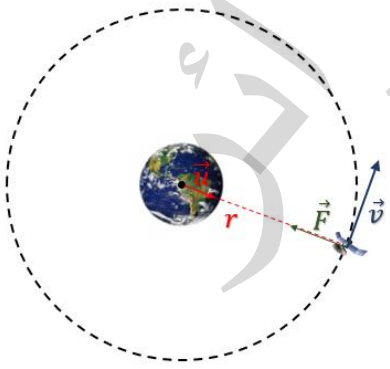
$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

3-1. حركة الأقمار الاصطناعية والكواكب:

- **دراسة حركة قمر اصطناعي حول الأرض:**

- مرجع الدراسة: المرجع الجيومركزي.
- الجملة الدراسة: القمر الاصطناعي.

يخضع القمر ذو الكتلة m إلى قوة جذب الأرض.



بفرض M_T هي كتلة الأرض ونصف قطرها R_T، h ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض.

$$\vec{F} = -G\frac{m.M_T}{r^2}.\vec{u}$$

حيث:

- r هو البعد بين مركز عطالة الأرض ومركز عطالة القمر $r=R_T+h$

http://www.physique48dz.weebly.com/

- G هو ثابت التجاذب الكوني $G = 6{,}67.10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على القمر نكتب:

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_s$$

أي:

$$-G\frac{m.M_T}{r^2}.\vec{u} = m.\vec{a}_s \Rightarrow \boxed{\vec{a}_s = -G\frac{M_T}{r^2}.\vec{u}} \ldots.(1)$$

شعاع التسارع موجه دوما من مركز عطالة القمر الاصطناعي نحو مركز عطالة الأرض الذي يمثل نقطة ثابتة في المرجع الجيومركزي.

وعليه فإن تسارع القمر الاصطناعي هو قطري موجه نحو مركز الأرض.

نستنتج من ذلك أن حركة القمر الاصطناعي حول الأرض دائرية منتظمة، تسارعها ناظمي:

$$\boxed{\vec{a}_S = -\frac{v^2}{r}.\vec{u}} \ldots.(2)$$

من العلاقتين (1) و(2)، نكتب:

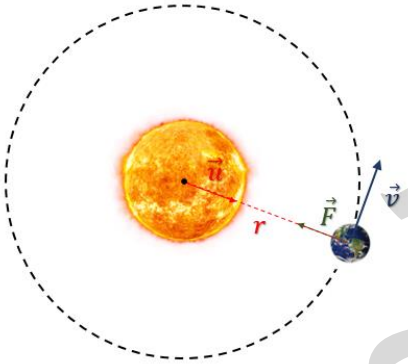
$$-G\frac{M_T}{r^2}.\vec{u} = -\frac{v^2}{r}.\vec{u} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{G\frac{M_T}{r}}} \text{ أو } \boxed{v = \sqrt{G\frac{M_T}{R_T + h}}}$$

دور حركته حول الأرض:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow \boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G.M_T}}}$$

- **دراسة حركة كوكب حول الشمس:**

- مرجع الدراسة: المرجع الهيليومركزي.
- الجملة الدراسة: كوكب الأرض.



القوة الوحيدة المؤثرة على الجملة (الأرض) هي قوة جذب الشمس:

$$\boxed{\vec{F} = -G\frac{M_S.M_T}{r^2}.\vec{u}}$$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على كوكب الأرض نكتب:

$$\sum \vec{F}_{ext} = M_T.\vec{a}_T$$

أي:

$$-G\frac{M_S.M_T}{r^2}.\vec{u} = M_T.\vec{a}_T \Rightarrow \boxed{\vec{a}_T = -G\frac{M_S}{r^2}.\vec{u}} \ldots.(1)$$

شعاع التسارع موجه دوما من مركز عطالة الأرض نحو مركز عطالة الشمس الذي يمثل نقطة ثابتة في المرجع الهيليومركزي. وعليه فإن تسارع الأرض هو قطري موجه نحو مركز الشمس.

نستنتج من ذلك أن حركة الأرض حول الشمس دائرية منتظمة، تسارعها ناظمي:

$$\boxed{\vec{a}_T = -\frac{v^2}{r}.\vec{u}} \ldots.(2)$$

من العلاقتين (1) و(2)، نكتب:

$$-G\frac{M_S}{r^2}.\vec{u} = -\frac{v^2}{r}.\vec{u} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{G\frac{M_S}{r}}}$$

دور حركة الأرض حول الشمس:

$$T = \frac{2\pi r}{v} \Rightarrow \boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_S}}}$$

ملاحظات:

- إن كتلة الكواكب والأقمار الاصطناعية لا تؤثر على السرعة المدارية والدور.
- بتربيع طرفي عبارة الدور:

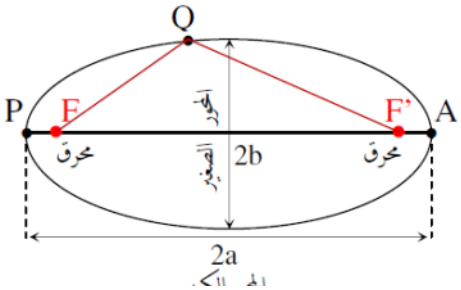
$$T^2 = 4\pi^2\frac{r^3}{G.M_S} \Rightarrow \boxed{\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_S} = K}$$

دور الحركة متعلق فقط بكتلة الجسم المركزي.

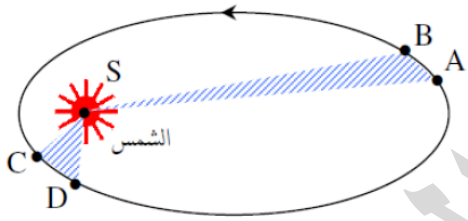
4-1. الأقمار الاصطناعية الجيومستقرة:

هي أقمار ثابتة بالنسبة للأرض، تدور من الغرب نحو الشرق وفق مسار دائري يقع في مستوي خط الاستواء، يقدر دورها بـ 86164s (يوم).

2. قوانين كيبلر:



- **القانون الأول (قانون المدارات):** ترسم مراكز عطالة الكواكب مدارات إهليجية تشغل الشمس أحد محرقيها.



- **القانون الثاني (قانون المساحات):** المستقيم الرابط بين مركزي الكوكب والشمس يمسح مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية.

- **القانون الثالث (قانون الأدوار):** إن مربع الدور لمدار كوكب يتناسب مع مكعب نصف المحور الكبير a للمدار الإهليجي.

$$\boxed{\frac{T^2}{a^3} = K}$$

3. تطبيقات:

- **تطبيق 01:**

وضع التلسكوب الفضائي "هابل" في مداره الدائري حول الأرض على ارتفاع h=600km عن سطحها.

نعتبر هذا التلسكوب كجسم نقطي كتلته $m=42.10^3$ kg ونمثله بالرمز H. تحول الصور التي يلتقطها إلى الأرض عبر الأقمار الاصطناعية الجيومستقرة الموجودة على ارتفاع 35800km.

1. أ- بتطبيق قانون الجذب العام لنيوتن على التلسكوب الموجود على ارتفاع h، أوجد العبارة الحرفية لقوة الجذب التي يخضع لها والمطبقة عليه من طرف الأرض ذات الكتلة M ونصف القطر R.

   ب- أحسب قيمة هذه القوة.

2. تدرس حركة التلسكوب في المرجع الجيو مركزي الذي مبدؤه هو مركز الأرض T.

   أ- أثبت أن حركته دائرية منتظمة.

   ب- أوجد العبارة الحرفية لسرعته في مداره ثم أحسب قيمتها.

http://www.physique48dz.weebly.com/

ج- عين دوره المداري.

المعطيات: $R = 6380km \quad M = 5{,}98.10^{24}kg \quad G = 6{,}67.10^{-11}m^3/kg$

- **تطبيق 02:**

يحتوي الجدول التالي على معطيات تتعلق بنوعين من الأقمار الاصطناعية للأرض في حالة حركة دائرية منتظمة في المرجع الجيو مركزي.

	ميتيوسات Météosat	سبوت Spot
تاريخ إطلاق القمر	1977 1981	1986 1990
الارتفاع h(km)	35800	832
الدور T(min)	1436	102
مجال الملاحظة على الأرض	تقريبا نصف مساحة الأرض	مربع طول ضلعه 60km

1. أحد هذين القمرين الاصطناعيين هو جيو مستقر. من هو؟ برر إجابتك.
2. انطلاقا من معرفة الارتفاع h لكل من هذين القمرين، نريد التحقق. عن طريق الحساب من دورهما.

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الحركة الدائرية المنتظمة للقمر الاصطناعي، أوجد عبارة السرعة لكل قمر اصطناعي.

ب- أحسب سرعة كل منهما.

المعطيات: $M = 5{,}98.10^{24}kg \quad G = 6{,}67.10^{-11}m^3/kg$

موقع فيزياء الجزائر