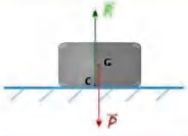
I. شرح حركة كوكب او قمر اصطناعي

1. قوانين نيوتن

إسحاق نيوتن

1727-1642

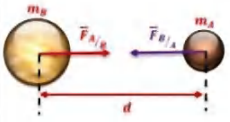


- القانون الأول (مبدأ العطالة) : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

في معلم غاليلي يحافظ كل جسم على سكونه او حركته المستقيمة المنتظمة اذا لم تتدخل قوة لتغيير حالته الحركية .

- القانون الثاني (مبدأ التحريك) : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

في معلم غاليلي المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المطبقة على جملة مادية يساوي جداء كتلتها في شعاع تسارع مركز عطالتها .



- القانون الثالث (مبدأ الفعلين المتبادلين) $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

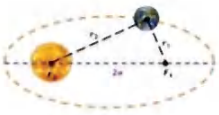
إذا أثرت جملة A على جملة B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تساويها في الشدة ، لها نفس الحامل و تعاكسها في الاتجاه .

- قانون الجذب العام : $F_{A/B} = F_{B/A} = G.\frac{m_A.m_B}{d^2}$

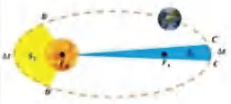
2. قوانين كيبلر

يوهانس كيبلر

1630 -1571



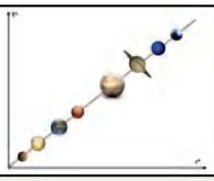
- القانون الأول : الكواكب تتحرك وفق مدارات اهليجية تمثل الشمس احدى محرقيها.
- ملاحظة : $2a = r_1 + r_2$
F_1 , F_2 : محرقي المدار الاهليجي



- القانون الثاني : $S_1 = S_2$

المستقيم الرابط بين الشمس و الكوكب يمسح مساحات متساوية $S_1 = S_2$ خلال مجالات زمنية متساوية Δt

- البرهان : بين أن : $v_{CC'} < v_{DD'}$ الحل : $CC' < DD' \Rightarrow \frac{CC'}{\Delta t} < \frac{DD'}{\Delta t} \Rightarrow v_{CC'} < v_{DD'}$



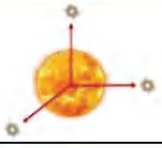
- القانون الثالث : $\frac{T^2}{r^3} = K$ ثابت

يتناسب مربع الدور T^2 مع مكعب البعد المتوسط بين مركز الكوكب و الشمس r^3.

3. المراجع الغاليلية

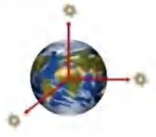
غاليلي غاليليو

1642-1564



- المرجع الهيليومركزي (مركزي شمسي) :

مبدأه مركز الشمس و محاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة جدا ثابتة، تنسب اليه حركة الاجسام التي تدور حول الشمس.استعمالاته : في دراسة حركة الكواكب ، المذنبات ، المركبات الفضائية .



- المرجع الجيومركزي (مركزي أرضي):

مبدأه مركز الارض و محاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة ثابتة، تنسب اليه حركة الاجسام التي تدور حول الارض . استعمالاته : في دراسة حركة القمر ، الاقمار الاصطناعية...

- المرجع السطحي الارضي :

مبدأه نقطة على سطح الارض و محاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم ثابتة، تنسب اليه حركة الاجسام التي تحدث فوق سطح الارض.استعمالاته:في دراسة حركة الأجسام على سطح الارض.

4. الحركة الدائرية المنتظمة

- الحركة الدائرية المنتظمة : هي حركة مسارها دائري و سرعتها ثابتة .
- شرطا الحصول على حركة دائرية :
1. السرعة الابتدائية غير معدومة
2. محصلة القوى التي تخضع لها ثابتة و تتجه نحو مركز المسار .

I . شرح حركة كوكب او قمر اصطناعي

1. دور الحركة T

▪ **الدور T :** هو المدة الزمنية اللازمة لإنجاز دورة كاملة وحدته (s).

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

T : الدور وحدته (s)
v : السرعة وحدتها (m/s)
r : نصف قطر المسار الدائري (m)

2. السرعة v

▪ **السرعة v**

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2.\pi.r}{T}$$

المسافة المقطوعة هي محيط دائرة $\Delta x = 2.\pi.r$

المدة الزمنية هي زمن دورة واحدة $\Delta t = T$

v : السرعة وحدتها (m/s)
Δx: المسافة المقطوعة وحدتها (s)
Δt: المدة الزمنية وحدتها (s)
r : نصف قطر المسار الدائري وحدته (m)
T: الدور وحدته (s)

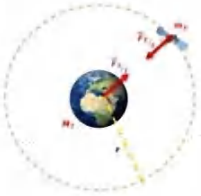
3. التسارع الناظمي a_N

▪ **التسارع الناظمي a_N**

$$a_N = \frac{v^2}{r}$$

a_N : التسارع الناظمي وحدته (m/s^2)
v : السرعة وحدتها (m/s)
r : نصف قطر المسار الدائري وحدته (m)

4. قانون الجذب العام

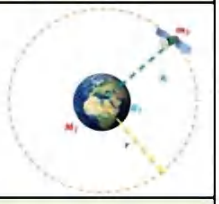


▪ **قانون الجذب العام**

$$F_{T/S} = F_{S/T} = G.\frac{m_S.M_T}{r^2}$$

$F_{T/S}$: شدة قوة جذب الارض للقمر الاصطناعي(N)
$F_{S/T}$: شدة قوة جذب القمر الاصطناعي للأرض (N)
G : ثابت الجذب العام ($N.m^2/Kg^2$)
M_T : كتلة الارض (Kg)
m_S : كتلة القمر الاصطناعي (Kg)
r : نصف قطر المسار الدائري (m)

5. العلاقة بين نصف قطر المسار الدائري r و نصف قطر الأرض R_T ، الارتفاع h



$$r = R_T + h$$

r : نصف قطر المسار الدائري (m)
R_T : نصف قطر الأرض (m)
h : بعد القمر الاصطناعي عن سطح الأرض (m)

6. القمر الجيو مستقر

▪ **القمر الاصطناعي الجيومستقر ارضيا :**
هو القمر الاصطناعي الذي يدور حول خط الاستواء ، له نفس دور و جهة دوران الارض .

▪ **دور القمر الجيو مستقر :** $T = 23\ h\ 56min$

7. استعمالات الاقمار الاصطناعية

▪ **استعمالات الاقمار الاصطناعية :**
الاتصالات، الاحوال الجوية، البث التلفزي، استعمالات عسكرية، تحديد المواقع، ....

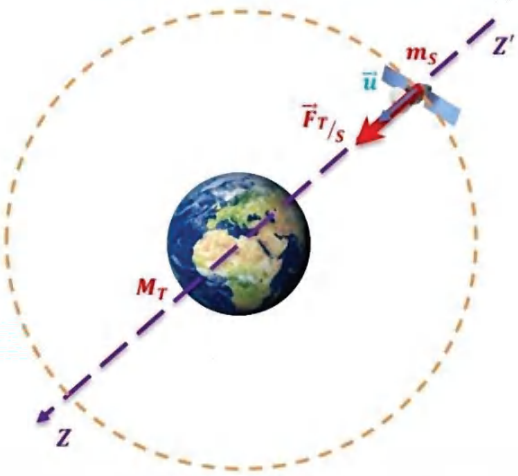
8. الثوابت

▪ ثابت الجذب العام : $G = 6.67 \times 10^{-11}\ \ N.m^2/Kg^2$
▪ نصف قطر الارض : $R_T = 6.38 \times 10^6\ \ m$
▪ كتلة الارض : $M_T = 5.97 \times 10^{24}\ \ Kg$
▪ كتلة الشمس : $M_S = 2 \times 10^{30}\ \ Kg$

I. شرح حركة كوكب او قمر اصطناعي

دراسة حركة قمر اصطناعي S حول الارض T

1. تمثيل القوة المؤثرة على القمر الاصطناعي $\vec{F}_{T/S}$



2. إيجاد شدة قوة جذب الارض للقمر الاصطناعي $F_{T/S}$

- المرجع المناسب هو : المرجع الجيومركزي (مركزي ارضي)
- قانون الجذب العام $\vec{F}_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2} \cdot \vec{u}$
- بالإسقاط على المحور (Z'Z) نجد : $F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2}$
- بتعويض $r = R_T + h$ نجد : $\boldsymbol{F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{(R_T+h)^2}}$

3. ايجاد تسارع القمر الاصطناعي a

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m_S.\vec{a}$$

- بالإسقاط على المحور (Z'Z) نجد : $F_{T/S} = m_S.a$
- بالتعويض بقانون الجذب العام نجد : $G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2} = m_S.a$

$$\Rightarrow a = G \cdot \frac{M_T}{r^2}$$

- بتعويض $r = R_T + h$ نجد : $\boldsymbol{a = G \cdot \frac{M_T}{(R_T+h)^2}}$

4. ايجاد السرعة المدارية للقمر الاصطناعي v

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m_S.\vec{a}_N$$

$$\Rightarrow G \cdot \frac{M_T.m_S}{r^2} \cdot \vec{u} = m_S \cdot \frac{v^2}{r} \cdot \vec{u}$$

- بالإسقاط على المحور (OZ) نجد:

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2} = m_S \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow \boldsymbol{v = \sqrt{G.\frac{M_T}{r}}}$$

- استنتاج السرعة المدارية للكوكب $\boldsymbol{v = \sqrt{G.\frac{M_S}{r}}}$

5. ايجاد دور حركة القمر الاصطناعي T

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2.\pi.r}{T} \Rightarrow \sqrt{G.\frac{M_T}{r}} = \frac{2.\pi.r}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2.\pi.r}{\sqrt{G.\frac{M_T}{r}}} \Rightarrow \boldsymbol{T = 2.\pi.\sqrt{\frac{r^3}{G.M_T}}}$$

- استنتاج دور حركة الكوكب

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

نتيجة : ان كتلة الكواكب و الاقمار الاصطناعية لا تؤثر فى الدور T والسرعة المدارية v.

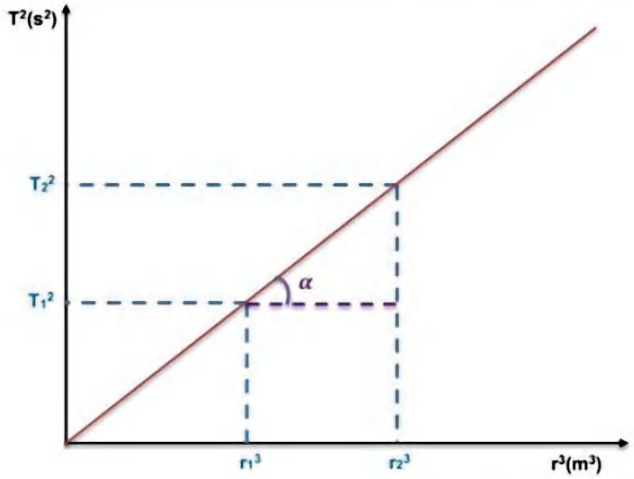
6. استنتاج قانون كبلر الثالث

$$T = 2.\pi.\sqrt{\frac{r^3}{G.M_T}} \Rightarrow T^2 = \frac{4.\pi^2}{G.M_T}.r^3 \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M_T}$$

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

بالنسبة للشمس : $K = \frac{4.\pi^2}{G.M_S}$

7. المنحنى البياني $T^2 = f(r^3)$



- المعادلة الرياضية :

المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته : $Y = a.X$

- المعادلة الفيزيائية : $T^2 = K.r^3$
- الميل : $\boldsymbol{a = K = \frac{T_2^2 - T_1^2}{r_2^3 - r_1^3}}$
- استنتاج كتلة الشمس :

$$K = \frac{4.\pi^2}{G.M_S} \Rightarrow \boldsymbol{M_S = \frac{4.\pi^2}{G.K}}$$