كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثانية**

المادة : ميكانيك فيزيائي٢

المحاضرة : الحاديةعشر /نظري/كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الحركة في الحقل المركزي ★ المسارات المركزية ★

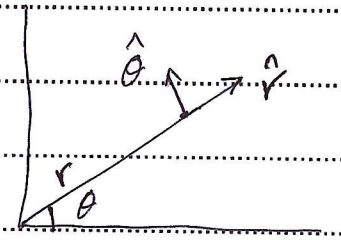
تعريف القوة المركزية: بأنها القوة التي حاملها دوماً بنقطة ثابتة تسمى مركز القوة ويحدد لها تعلق فقط على البعد عن المركز (مركز القوة).

يعرف المسار المركزي: بأنه مسار جسيم خاضع لقوة مركزية.

* لنفرض جسماً كتلته m تؤثر عليه قوة مركزية متجهة نحو المركز (مركز القوة المركزية) يمكن اعتبار الكتلة من الجسيم تؤثر عليه قوة مقدارها F حسب علاقة نيوتن:

$$m\vec{a} = \sum m\vec{F}_r \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = \sum \vec{F}_r \quad \ldots (1)$$

* $\hat{r}$ شعاع الواحدة على امتداد شعاع الموضع.
(-) تدل على أنه في اتجاه معاكس القوة



مكتبة A to Z - كلية العلوم (جامعة طرطوس) - TEL:0931497960

* في الإحداثيات القطبية يمكن التعبير عن شعاع السرعة بالشكل:

$$\vec{V} = \dot{r}\hat{r} + r\dot{\theta}\hat{\theta} \quad \ldots(2)$$

$$\frac{d\hat{r}}{dt} = 1 \times \frac{d\theta}{dt}\hat{\theta} \;/\; \frac{d\hat{r}}{dt} = \dot{\theta}\hat{\theta} \;/\; \frac{d\hat{\theta}}{dt} = \dot{\theta}\hat{r}$$

$$\vec{\ddot{r}} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\hat{r} - \frac{1}{r}\frac{d}{dt}(r^2\dot{\theta})\hat{\theta} \quad \ldots(3)$$

تسارع المسارع في الإحداثيات القطبية

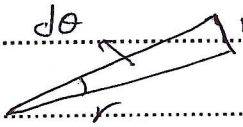
* بمقارنة العلاقتين (1) و (3) نجد:

$$\ddot{r} - r\dot{\theta}^2 = -f \quad \ldots(4)$$

$$\frac{d}{dt}\frac{1}{r}(r^2\dot{\theta}) = 0 \quad \ldots(5)$$

من (5) ينتج أن $r^2\dot{\theta} = h$ يسمى ثابت السرعة السطحية.

$$\Rightarrow r^2\dot{\theta} = h = const \quad \ldots(6)$$



$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{2}r\frac{rd\theta}{dt} = \frac{1}{2}r^2\dot{\theta} = \frac{1}{2}h$$

$$\Rightarrow h = \frac{2ds}{dt}$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

أي أن المسافة التي يمسحها نصف القطر المتجه خلال واحدة الزمن على بقاء المركزي تكون ثابتة

* تعريف (القبا - البعد القبوي - الزاوية القبوية)

يعرف القبا: أنه النقطة من المسار التي يكون عندها متجه السرعة متعامداً مع متجه الموضع بالنسبة لمركز القوة

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{a'^3}{T'^2}$$

* تحقق العلاقة

يساوي مقدار ثابت

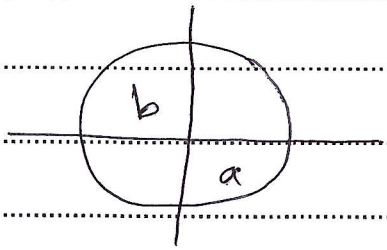
* المعادلة العامة للقطوع في الإحداثيات القطبية:

$$r = \frac{l}{1+e\cos\theta}$$

l: هو وسيط قطع

e: ثابت التباعد المركزي

$\frac{b^2}{a} = l$



$e > 1$ قطع زائد

$e < 1$ قطع ناقص

$e = 1$ قطع مكافئ

$e = 0$ دائرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* في حالة قطع ناقص:

$c^2 = a^2 - b^2$ تكون $e = \frac{c}{a}$

* في حالة قطع زائد:

$c^2 = a^2 + b^2$ تكون

* ما نص الجاذبية العام هو

$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ $m^3/kg \cdot s^2$

حيث G هو ثابت التجاذب الكوني 6.67×10^{-11} في الحالة العادية

r: هي البعد بين الكوكب والشمس

$F = \frac{h^2}{p} \cdot \frac{1}{r^2}$ القوة المؤثرة على واحدة الكتلة

h: ثابت السرعة السطحية

p: وسيط القطع للكوكب

ملاحظة: $(\hat{\theta})^2 = 1$ $(\hat{r})^2 = 1$

* يمكن إثبات أن مجال واحدة الكتلة:

$\frac{1}{2}(\vec{v})^2 + V = E$

$\frac{1}{2}mv^2$ نضرب

V: الطاقة الكامنة لواحدة الكتلة

$\frac{1}{2}(\vec{v})^2$: الطاقة الحركية لواحدة الكتلة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$\frac{1}{2}(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) + V = E$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\left(\dot{r}^2 + \frac{h^2}{r^2}\right) + V = E$$

$$\Rightarrow \dot{r}^2 = 2(E - V) - \frac{h^2}{r^2}$$

من العلاقة السابقة: $\dot{r} = 0$

ومعلومية V بدلالة r يمكن حساب الأبعاد الحدية بوضع $\dot{r} = 0$

وإيجاد جذور المعادلة.

* قوانين كبلر:

1) أضلاع الأقطار (البعد بين الشمس والكوكب) تمسح مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية.

2) إذا كانت θ و θ' أضلاع أقطار كبرى لمداري كوكبين T و T'

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{a^3}{a'^3}$$

سنة كل

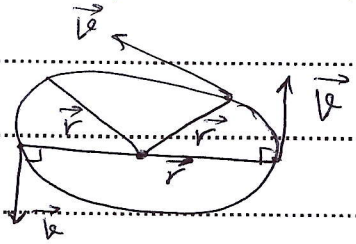
* عند نقطة القبا يتحقق:

$$\vec{\dot{r}} \cdot \vec{r} = 0$$

$$(\dot{r}\hat{r} + r\dot{\theta}\hat{\theta}) \cdot r\hat{r} = 0$$

$$\dot{r}\, r = 0 \Rightarrow$$

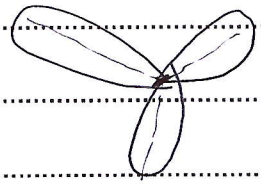
$$\dot{r} = 0$$



* تغير البعد خلال لحظة معينة عن مركز يكون مجموعة عند نقطة القبا.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* البعد القبوي: أنه المسافة بين القبا والمركز.
* الزاوية القبوية: الزاوية بين مستقيمين مماسين انطلاقاً من مركز.
* في حالة القطع الناقص تكون الزاوية القبوية 180 درجة أي نصف دورة.
* في حالة القطع الزائد تكون $\frac{360}{3} = 120°$



* الطاقة الحركية: لجسم يتحرك حركة مركزية هي مقدار ثابت.

E: هي الطاقة الكلية لواحدة الكتلة من الجسم الخاضع لقوة مركزية.

$$F = \frac{\gamma M}{r^2} \Rightarrow \gamma M = \mu$$

ثابت غاوس للجسم

$$F = \frac{\mu}{r^2}$$

يمكن إثبات أن:

$$r = \frac{h^2/\mu}{1 + \sqrt{\frac{2Eh^2}{\mu^2}}\cos\theta}$$

M: هي مقدار ثابت لكل الكواكب.

E: هي الطاقة الكلية لواحدة الكتلة من الجسم الذي تدرسه.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

O : هي زاوية التركيب ومقارنة هذه العلاقة مع علاقة القطوع.

$$\ell = \frac{h^2}{\mu} \quad , \quad e = \sqrt{\frac{2Eh^2}{\mu} + 1}$$

$E < 0 \Rightarrow e < 1 \Rightarrow$ قطع ناقص

$E > 0 \Rightarrow e > 1 \Rightarrow$ قطع زائد

$E = 0 \Rightarrow e = 1 \Rightarrow$ قطع مكافئ

$$\ell = \frac{b^2}{a} = \frac{a^2 - c^2}{a}$$

$$e = \frac{c}{a} \Rightarrow c = ea$$

$$\ell = a(1 - e^2)$$

$$a = \frac{\ell}{1 - e^2}$$

$$a = \frac{-\mu}{2E}$$

القانون الثالث لكبلر:

$$\ell = \frac{h^2}{\mu} = \frac{b^2}{a} \quad \dots (1)$$

$$h = \frac{2S}{T} = \frac{2(\pi ab)}{T} \quad \dots (2)$$

T : مساحة القطع الناقص πab

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

نعوض (2) بـ (1) نجد:

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{M}{4\pi^2} = \text{Const}$$

$$\frac{a'^3}{T'^2} = \frac{M}{4\pi^2}$$

a^3 ، يضعف القطر الكبير

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z