مادة الفلك

المرحلة الثانية

صورة ملتقطة بواسطة مرصد هابل الفضائي توضح فسيفساء سديم السرطان، وهو من بقايا السوبرنوفا

المحاضرة الاولى

المقدمة:

علـــم الفلـــك هـــو الدراســـة العلميـــة للأجـــرام الســـماوية)مثـــل النجـــوم، والكواكـــب، و المذنبات، والمجرات (والظواهر التي تحدث خارج نطاق الغلاف الجوي) مثل إشعاع الخلفية الميكروني الكوني.(وهو يهتم بالأجسام السماوية من حيث التطور ، بالإضافة إلى تكون وتطور الكون.ويعد علم الفلك أحد العلوم القديمة.

أجرى علماء الفلك الأوائل ملاحظات منهجية للسماء في المساء، حيث تم اكتشاف تحف فلكية خلال فترات مبكرة جداً.ومع ذلك، كان من الضروري اختراع التليسكوب قبل أن يتطور علم الفلك ليصبح من العلوم الحديثة.وشمل علم الفلك تخصصات متنوعة على مر التاريخ مثل القياسات الفلكية، والملاحة السماوية، وعلم الفلك ألرصدي، ووضع التقاويم، وعلم التنجيم، ولكن علم الفلك الاحترافي يعتبر مرادفاً لعلم الفيزياء الفلكي.

ومنذ القرن العشرين، انقسم مجال علم الفلك الاحترافي إلى فروع رصدية ونظرية.ويركز علم الفلك الرصدي على تجميع وتحليل البيانات باستخدام المبادئ الأساسية للفيزياء.بينما يهتم علم الفلك النظري بتطوير الحاسب الآلي أو النماذج التحليلية لوصف الأجسام والظواهر الفلكية.ويكمل الفرعيين بعضهما البعض، حيث يسعى علم الفلك النظري لتفسير النتائج الرصدية ، وتستخدم الملاحظات في التأكيد على النتائج النظرية.

وساهم الفلكيون الهواة في العديد من الاكتشافات المهمة، حيث يعتبر علم الفلك من العلوم القليلة التي يمكن للهواة أن يلعبوا فيها دوراً هاماً، وخاصة في اكتشاف ورصد الظواهر العابرة.

لا يجب أن يكون هناك خلط بين علم الفلك القديم وبين علم التنجيم، وهو نظام يعتقد أن هناك علاقة بين الشؤون الإنسانية ومواضع الأجسام السماوية.يختلف المجالان تماماً عن بعضهما البعض على الرغم من أنهما يتشاركون في الأصل وجزء من الوسائل (استخدام التقويمات)

وأعلنت الأمم المتحدة عام ٢٠٠٩ ليصبح السنة الدولية لعلم الفلك ,(IYA2009) وهي تهدف إلى التأكيد على الوعي الجماهيري والتعامل مع علم الفلك.

علم الفلك في عصر النهضة

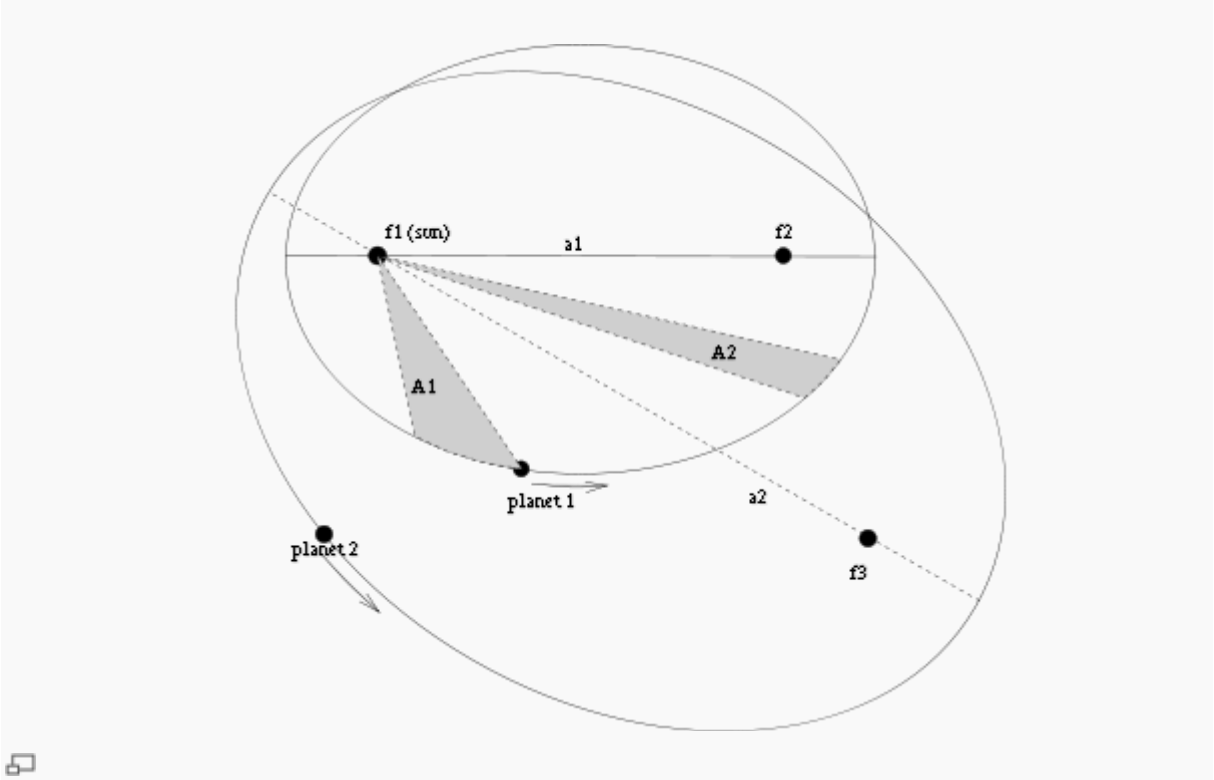
لقد بزغت شمس الحضاره العربيه على الغرب من الاندلس وصقليه والمشرق العربي من خلال التجاره والحروب الصليبيه ،ففي الوقت الذي أفلت حضارة العرب بتأثيرات الغزوات الاجنبيه بدأت الحضاره الغربيه تزدهر بتأثيرالتراث العلمي العربي الذي نقله الغربيون ومن اثار ذلك على علم الفلك هو ظهور علماء لامعين قي عصر النهضه أمثال كوبرنيكوس وبراهي وكبلر ونيوتن وغاليليو.

لقد وضع الحجر الاول في بنيان علم الفلك الحديث ،العالم نيقولاس كوبرنيكوس فلقد احيا نظرية الكواكب السياره ووضع نظامه الفلكي المبتكر الذي غير نظرة الانسان الى الكون،لقد اقترح نظرية تمركز الشمس التي فيها تدور الارض حولها كما تفعل الكواكب السياره الاخرى،والتي استخدمها بطريقه صحيحه لتفسير الشروق والغروب اليومي للنجوم لدوران الارض حول محورها.ولقد بعثت اراء كوبرنيكوس نشاط جديدآ في علم الفلك.وبعده جاء الفلكي تيكوبراهي الذي قضى حوالي عشرين عام في مراقبة الاف النجوم وتسجيل كل ما يلاحظه عنها في جداول تعتبر لدقتها الى يومنا هذا مرجعآ قيماً يرجع اليه علماء الفيزياء والفلك،فلقد كان موهوبا في استنباط الالات والوسائل التي تساعده في قياساته وتجاربه.

وبعده جاء تلميذه يوهان كبلر الذي كان موهوبا بالرضيات ولا يميل الى القياسات والتجارب بل اعتمد على جداول استاذه براهي،وحلل الجداول الطويله من ارصاد براهي بالاضافه الى بعض القياسات التي

اجرها بنفسه حتى اصبح احد علماء الفيزياء والفلك،فلقد امضى سنين طويله في محاولة لمعرفة النظام الذي تسلكه الكواكب بدورانها حول الشمس ونتيجة لابحاثه خرج بثلاثة قوانين مشهورة سميت باسمه،يصف فيها حركة الكواكب السيارة حول الشمس.

قوانين كبلر



شكل ١: ملخص تصويري لقوانين كبلر الثلاثة.

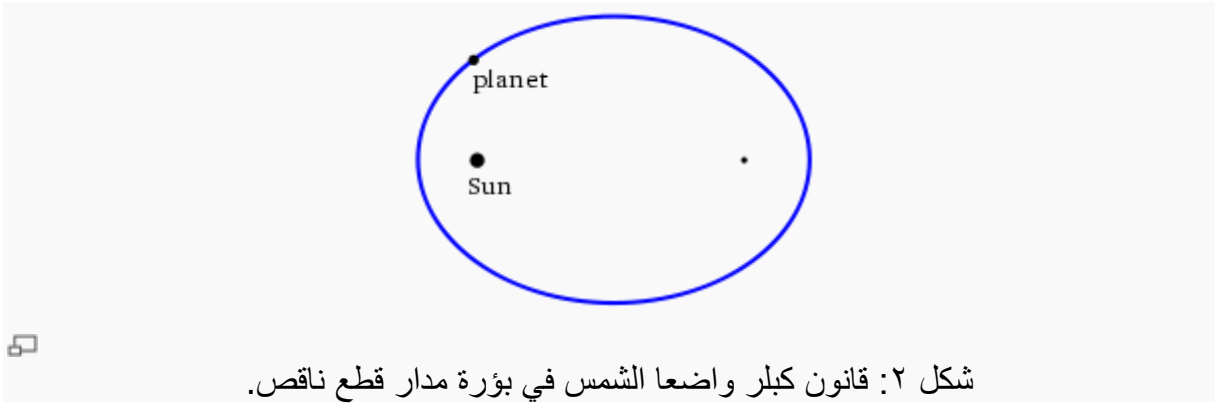
أثبت العالم الفلكي يوهان كبلر في ١٦٠٩ ان النظام الذي وضعه كوبرنيكس عن مركزية الشمس هو الوحيد الذي يعكس الحقيقة بدقة. وعن طريق عمليات حسابية معقدة ومتعددة، وضع كبلر القوانين الثلاثة الهامة فيما يتعلق بحركة الكواكب .وهذه القوانين هي:

١. تدور الكواكب حول الشمس بحركة ليست دائرية ولكن في قطع ناقص تحتل الشمس إحدى بؤرتيه. والقطع الناقص هو الشكل الذي نحصل عليه إذا قطعنا جسماً اسطوانياً بمنشار مائل.
٢. تختلف سرعة الكوكب في دورانه حول الشمس تبعاً لبعده عنها، فإذا كان قريباً، فإنه يدور بسرعة أكبر، وكلما زاد بعده كلما قلت سرعته في الدوران، حيث تتساوى مساحة المثلثين المشكلين فيما بين الشمس وقوس المسافات المغطاة من كوكبين في نفس الوقت.
٣. النسبة بين مربعي فترتي دوران أي كوكبين هي نفسها النسبة بين القيمة التكعيبية للبعد المتوسط لكل منهما عن الشمس وتجدر الإشارة هنا إلى أن قوانين كبلر مشروعة فقط في حالة جسم عديم الكتلة ووحيد (أي لا يتأثر بجاذبية الكواكب الأخرى) يدور حول الشمس. فيزيائياً من المحال تحقيق هذا الشرط ومع ذلك فإن قوانين كبلر لا تزال ذات أهمية كبرى في تقريب الحسابات.

بعد قرن تقريباً بيّن نيوتن أن قوانين كبلر هي نتاج طبيعي لقانونه (التربيع العكسي) في الجاذبية ضمن الشروط الحدّية التي أشير إليها سابقاً. كذلك عمل نيوتن على توسيع قوانين كبلر بطرق مختلفة منها السماح بحساب المدارات حول أجرام سماوية أخرى. كان قد أوضح أيضاً الأسباب التي جعلت من النظام الشمسي نموذجاً أقرب ما يكون إلى القانون المثالي ليستعملها كبلر في قوانينه.

يستغرق الكوكب عطارد مثلاً ٨٨ يوماً والأرض 365 في مدارهما مرة واحدة حول الشمس، وإذا ضرب كلا الرقمين بنفسه للحصول على مربعهما نحصل على ٧٧٤٤ وبالتالي ١٣٣٢٢٥. ويبلغ الرقم الثاني حوالي ١٧ أضعاف للأول. ولننتقل الآن إلى نسبة بعدهما عن الشمس. فبُعد عطارد في المتوسط حوالي ٣٦ مليون ميل عن الشمس أما الأرض فتبعد حوالي ٩٣ مليون ميل في المتوسط. واذا ما ضربنا الأرقام بنفسهما مرتين للحصول على القيمة التكعيبية لهما نحصل على ٤٦٦٥٦ و ٨٠٤٣٥٧. وهنا نجد أن النسبة بين هذين الرقمين قريبة جداً من النسبة الأولى اي ١:١٧.

القانون الأول: "**مدار كل كوكب عبارة عن قطع ناقص تقع الشمس في إحدى بؤرتيه**".

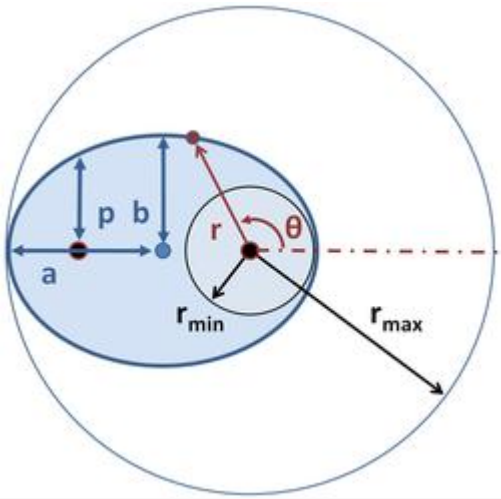


شكل ٢: قانون كبلر واضعا الشمس في بؤرة مدار قطع ناقص.

يمثل القطع الناقص نموذجاً معيناً من الأشكال الرياضياتية التي تنجم عن دائرة مطالة. كما في الشكل، يلاحظ أن الشمس وإن كانت لا تقع على المركز فهي واقعة على أحد البؤرتين. البؤرة الأخرى تم تعليمها بنقطة خفيفة ولا تأثير فيزيائي لها في حقيقة الأمر.

إن مقدار إطالة ذلك القطع الناقص أو الإهليج مقارنة بالدائرة المثالية يعرف بشذوذه ;وهو معامل يتغير من ٠ في حالة الدائرة إلى إلى ١ في حالة تم شدّ الدائرة من طرفين إلى أن أصبحت خطاً مستقيماً.

كان كبلر قد عرف أن مقدار الشذوذ في الزهرة ٠.٠٠٧ وعطارد ٠.٢.



شكل ٣: نظام إحداثيات مركزية الشمس *(r, θ)* لقطع ناقص. من المعطيات أيضا: نصف المحور الأكبر*a* ، نصف المحور الأصغر *b* ونصف الجانب المستقيم ;*p*مركز القطع الناقص وبؤرتيه تم تعليمها بنقاط كبيرة. عند θ = 0°, $r = r_{min}$ وعند θ = 180°, $r = r_{max}$.

بالرموز، يمكن تمثيل القطع الناقص في الإحداثيات القطبية بالصورة:

$$r = \frac{p}{1 + \varepsilon \cos\theta},$$

حيث (*r*, *θ*) هي الإحداثي القطبي (من البؤرة) للقطع الناقص، *p* نصف الجانب المستقيم، و *ε*التخالف المركزي للقطع الناقص.

بالنسبة لكوكب يدور حول الشمس *r* هي المسافة من الشمس إلى الكوكب و *θ*هي الزاوية ورأسها عند الشمس نسبة للموقع الأقرب من الكوكب إلى الشمس.

عند*θ* = 0° ، الحضيض، تكون المسافة في أدنى قيمة لها.

$$r_{\min} = \frac{p}{1 + \varepsilon}.$$

عند *θ* == 90° وعند *θ* == 270° تكون المسافة p.

عند*θ* = 180° ، القبا، تكون المسافة أبعد مايمكن.

$$r_{\max} = \frac{p}{1 - \varepsilon}.$$

نصف المحور الأكبر *a* هو المتوسط الحسابي بين r_{min} وr_{max}:

$$r_{\max} - a = a - r_{\min}$$

وبالتالي

$$a = \frac{p}{1 - \varepsilon^2}.$$

نصف المحور الأصغر *b* والمتوسط الهندسي بين r_{min} وr_{max}:

$$\frac{r_{\max}}{b} = \frac{b}{r_{\min}}$$

وبالتالي

$$b = \frac{p}{\sqrt{1 - \varepsilon^2}}.$$

نصف الجانب المستقيم *p* هو المتوسط التوافقي بين r_{min} وr_{max}:

$$\frac{1}{r_{\min}} - \frac{1}{p} = \frac{1}{p} - \frac{1}{r_{\max}}.$$

الاختلاف المركزي ε هي معامل التباين بين $r_{\min}$ و $r_{\max}$:

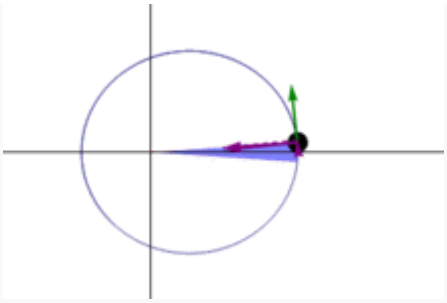
$$\varepsilon = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{r_{\max} + r_{\min}}.$$

مساحة القطع الناقص هي

$$A = \pi ab\,.$$

الحالة الخاصة للدائرة, $\varepsilon == 0$ ينتج عنها $r = p = r_{\min} = r_{\max} = a = b$ و[$A == \pi\, r^2$.

القانون الثاني : "**الخط الواصل بين كوكب والشمس يقطع مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية**



شكل٤: توضيح قانون كبلر الثاني. يتحرك الكوكب أسرع بالقرب من الشمس، بحيث تكون المساحة المغطاة نفسها خلال زمن ما كتلك للمسافات الطويلة، حيث يتحرك الكوكب ببطء. السهم الأخضر يوضح سرعة الكوكب، والوردي يوضح القوة المبذولة على الكوكب.

.

قانون كبلر الثاني يكافئ الحقيقة القائلة بأن القوة العمودية على نصف القطر هي صفر. تتناسب السرعة المساحية مع كمية التحرك الزاوي، ولنفس السبب بالتالي، يعتبر قانون كبلر الثاني أيضاً نصاً غير مباشر لمبدأ حفظ الزخم الزاوي .رياضياتياً:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}r^2\dot{\theta}\right) = 0,$$

حيث $\frac{1}{2}r^2\dot{\theta}$ هي" السرعة المساحية".

يعرف هذا القانون أيضاً بقانون المساحات المتساوية. كما يمكن تطبيقه على مقذوفات القطع المكافئ والقطع الزائد.

لقد كان العالم اسحاق نيوتن (١٦٢٤- ١٧٢٧م) رجل متعدد المواهب والاهتمامات فلقد درس الضوء وصمم أول مرقب فلكي عاكس ثم وضع قوانين الحركة على اسس رياضية دقيقة فمكنه من دراسة حركة الاجسام بما فيها الكواكب السياره ووضع ثلاث قوانين مهمه في الحركة والتي هي:

قانون نيوتن الأول

يظل الجسم على حالته الحركية (إما السكون التام أو التحريك في خط مستقيم بسرعة ثابتة) ما لم تؤثر عليه قوة تغيره من هذه الحالة أي أن: $\sum F=0$

قانون نيوتن الثاني

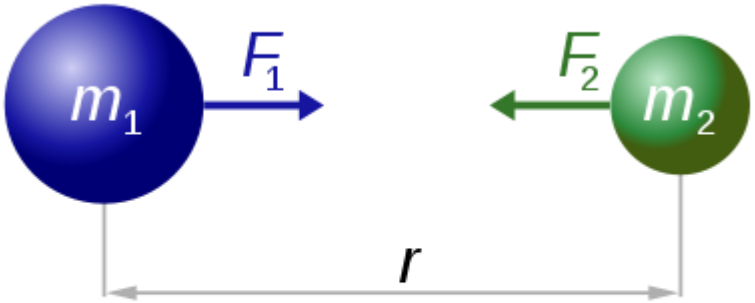
إذا أثرت قوة أو مجموعة قوى $\sum F$ على جسم ما فإنها تكسبه تسارعاً a ، يتناسب مع محصلة القوى المؤثرة، ومعامل التناسب هو كتلة القصور الذاتي m للجسم، أي أن: $\sum F=ma$

قانون نيوتن الثالث

لكل فعل رد فعل، مساو له في المقدار ومعاكس في الاتجاه.بشرط ان لايتأثر من تلقى الفعل بشكل سلبي يؤثر على رد فعله.

كما استعان نيوتن بقانون كبلر الثالث فوجد تأثير الشمس على الكواكب السيارة وكذلك تأثير الأرض على القمر ومنها توصل الى قانونه المشهور في الجاذبية .

قانون الجذب العام لنيوتن



$$F_1 = F_2 = G\frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

قانون الجذب العام لنيوتن(Newton's law of universal gravitation) ، أو كما يعرف اختصارًا بـ**قانون الجذب العام** هو قانون فيزيائي استنباطي ينص على أنه "توجد قوة تجاذب بين أي جسمين في الكون، تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيًا مع مربع المسافة بينهما". وحدتها (نيوتن.م٢/كجم.)

ويُسمى هذا القانون عادة بقانون التربيع العكسي وذلك لأن القوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزي الجسمين. حيث إن الكتلة (m_1) تؤثر على الكتلة (m_2) بقوة مقدارها (F).

G: ثابت الجذب العام ويساوي ٦.٦٧٢ × 10^{-11} نيوتن.م^{٢} / كغم^{٢}

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

حيث:

F هي القوة الناتجة عن الجاذبية
G هو ثابت الجذب العام بين الكتل
m_1 هي كتلة الجسيم الأول
m_2 هي كتلة الجسيم الثاني
r هو البعد بين الجسيمين

- **الصورة الاتجاهية لقانون الجذب العام لنيوتن**

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} = -G\frac{m_1 m_2}{|\vec{r}_{12}|^2}\,\hat{r}_{12}$$

حيث:

$\vec{F}_{12}$ هو متجه القوة التي يؤثر بها الجسيم ١ على الجسيم ٢
$\vec{F}_{21}$ هو متجه القوة التي يؤثر بها الجسيم ٢ على الجسيم ١
G هو ثابت الجذب العام بين الكتل
m_1 وm_2 هما كتلتا الجسيمين على الترتيب
$|\vec{r}_{12}| = |\vec{r}_2 - \vec{r}_1|$ هو البعد بين الجسيمين (أي مقدار المتجه الذي هو مقدار الفرق بين متجهي موضع الجسيمين)
$\hat{r}_{12} \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$ هو وحدة متجه للمتجه من ١ إلى ٢