الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة - بوسعادة
المجاهد الفريق أحمد قايد صالح
قسم: العلوم الفيزيائية

Ecole Normale Supérieure
Bou-Saada
Dép. Sciences Physiques

دروس حول أسس علم الفلك

المقياس: **أسس علم الفلك**

المستوى: **السنة الخامسة**

الاستاذ: بهلول براهيم

الرتبة: أستاذ محاضر -أ- بالمدرسة العليا للأساتذة - بوسعادة-

السنة الجامعية :2023/2022

الفهرس

الـــــفهـــرس

مقدمة

الدرس الأول: تاريخ علم الفلك

مقدمة

1-علم الفلك في بابل

3-علم الفلك في الصين

4-علم الفلك في اليونان

5-علم الفلك في الإسلام

6-تطور علم الفلك من القرن XV الى القرن XVIII

الدرس الثاني: علم الفلك الكروي والميكانيك الفلكية

مقدمة

1-حركات الأرض

1-1-حركة الأرض حول محورها

1-2-حركة الأرض حول الشمس

1-3-الحركة الترنحية للأرض

1-4-حركة الأرض الاهتزازية

1-1-5-حركة الأرض بسبب حركة المجموعة الشمسية حول المجرة

2-القبة السماوية (الكرة السماوية)

3-أهم النقاط والأفلاك في القبة السماوية

3-1-نقطة السمت (Zenith)

3-2-خط (دائرة) الزوال (Meridian)

3-3-خط (دائرة) الأفق (Horizon)

3-4-القطب الشمالي للقبة (Celestial North Pole)

3-5-الفلك الاستوائي (Equator)

3-6-فلك البروج أو الكسوف(Ecliptic)

3-7-نقطتا الاعتدال (Equinox)

4-طرق تحديد مواقع الأجرام الفلكية

4-1-طريقة الارتفاع الأفقي

4-2-الطريقة الإستوائية

5-حركة القمر

6-دوران القمر

7-الحركة الظاهرية للقمر وأطواره

8-منازل القمر

الدرس الثالث: التوقيت والتقويم

مقدمة

1-التوقيت

2-التوقيت العالمي المنسق

3-اليوم

3-1-اليوم النجمي

3-2-اليوم الشمسي

4-الشهر

4-1-الشهر الكوني

4-2-الشهر القمري

5-السنة

5-1-السنة النجمية

5-2-السنة المدارية

5-3-السنة الكسوفية

الرزنامات أو التقويمات

6-1-التقويم الشمسي

6-1-1-كيف تم تحديد التقويم الشمسي

6-1-2-ماهي النجوم التي تم بها تحديد التقويم الشمسي

6-2-التقويم الهجري

6-2-1-كيف تم تحديد التقويم الهجري

6-3-التقويم اليولياني

6-3-1-كيف تم تحديد التقويم اليولياني

6-3-2-النجوم التي تم بها تحديد التقويم اليولياني

6-4-التقويم الغريغوري

6-5-التقويم الميلادي

6-6-التقويم الصيني

6-7-التقويم القبطي

7-التحويل بين التقويم الهجري للميلادي

الدرس الرابع: قوانين كيبلر وقانون الجذب العام

مقدمة

1-قوانين كيبلر

2-قانون الجذب العام وتطبيقاته

الدرس الخامس: أجهزة قياس المسافات الفلكية وأجهزة المشاهدات

مقدمة

1-الأدوات التي تستخدم في قياس الأبعاد الفلكية

1-1-المقياس الزاوي الفلكي

1-2-البرومتر الفلكي

1-3-المناظير الفلكية

2-التقنيات المستخدم لإنشاء صور ثلاثية الأبعاد للأجرام الفلكية

2-1-المسح الضوئي الفلكي

2-2-تقنية الليزر الفلكي

2-3-تقنيات الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء لرصد الفلكي

الدرس السادس: علم الأطياف الفلكية

مقدمة

1-تحليل الأطياف الفلكية

2-كيفية تحديد عمر الجرم الفلكي

3-كيفية تحديد كتلة الجرم الفلكي

4-تحديد الكتلة الجرم الفلكي بطريقة الطيف

5-أنواع المطيافيات المستخدمة في الفلك

6-المركبات الكيميائية والفيزيائية الموجودة في القمر

الدرس السابع: النظام الشمسي

مقدمة

1-النظام الشمسي

2-الشمس

3-الأرض

4-القمر

5-الكوكب

6-أنواع الكواكب

7-المذنبات

8-أنواع المذنبات

9-الصخور الفلكية

الدرس الثامن: النجوم

مقدمة

1-النجوم

2-أصناف النجوم

3-الأطلس الفلكي والدلائل

4-نموذج النجوم

5-الحركة الخاصة للنجوم

6-المنظر السنوي للنجوم

7-المنظر القرني للنجوم

8-اختلاف المنظر السنوي والقرني للنجوم

9-مقادير حالة النجوم

10-القدر الفلكي المنطق

11- مناقضة أولبرز

12-أطياف النجوم

13-الرسم البياني لهيرتزبرونغ-راسل (مخطط هيرتزبرونغ-راسل)

14-النجوم المتعددة

15-نجم النوفا

16-نجم نوفا العظمى

17-الخفاقات

18-انواع الخفاقات

19-الثقب الأسود

20-أنواع الثقب الأسود

21-خصائص الثقب الأسود

22-نجوم السديم Nebula

الدرس التاسع: المجرات

مقدمة

1-دوران نظام المجرات

2-تكوين النجوم

3-تكوين أنظمة الكواكب

4-دورة الهيدروجين في المجرة

5-متابعة تطور المجرة

6-تصنيف المجرات

الدرس العاشر: الانفجار العظيم وتوسع الكون

مقدمة

1-الاشعاع الكوني

2-عمر الكون

3-النسبية العامة

4-العلاقات الرياضية والمفاهيم النسبية العامة

5-قانون هوبل

6-الانفجار العظيم

7-المادة الغير المرئية

المراجع

مقدمة

مقدمـــة

تعتبر مطبوعة دروس حول أسس علم الفلك واحدة من الوسائل المهمة التي تساعد طلبة فرع الفيزياء في قسم العلوم الفيزيائية لسنة الخامسة بالمدرسة العليا للأساتذة ببوسعادة في فهم العالم الذي يحيط بهم. يهدف هذا الكتاب إلى تزويد طلاب السنة الخامسة بالمفاهيم الأساسية لفهم الكون ونظامه الفلكي. ويتناول الموضوعات التالية:

تاريخ علم الفلك

الأجرام السماوية والنجوم والكواكب

حركات الأرض

النظام الشمسي

نظام المجرات والثقوب السوداء

الانفجارات الكونية والاكتشافات الفلكية الحديثة

الاكتشافات الفلكية التاريخية والعلماء الفلكيين الشهيرين

يتم تقديم هذه المفاهيم بطريقة سهلة ومبسطة حتى يتمكن الطلاب من فهمها بشكل جيد. كما يتم توضيح العلاقة بين الفلك والحياة اليومية، وكيف أن فهمنا للكون يؤثر على حياتنا ومستقبلنا.

تهدف هذه المطبوعة إلى تعزيز الفضول والاهتمام بالفلك لدى الطلاب، وتشجيعهم على استكشاف المزيد من المواضيع وتطوير مهاراتهم في البحث والتحليل العلمي. وتأمل المطبوعة في أن تكون إضافة قيمة لتعليم الفلك وتساعد الطلاب على تحقيق نجاحات أكبر في مسيرتهم الأكاديمية.

أرجو من الله أن أكون قد وفقت في هذا العمل من إضافة مرجع علمي مفيد لطلاب السنة الثانية ويفيدهم بشكل كبير في دراسة وفي حياتهم العملية.

كما أرجو من الجميع والطلبة المهتمين أن يفيدوني باقتراحاتهم وأفكارهم.

المؤلف

الأستاذ بهلول ابراهيم

دروس حول أسس علم الفلك

الدرس الأول: تاريخ علم الفلك

مقدمة

علم الفلك هو العلم الذي يهتم بدراسة الأجرام السماوية وحركتها وتأثيرها على بعضها البعض وعلى الكون بشكل عام. ويعود تاريخ علم الفلك إلى العديد من الحضارات القديمة، حيث كانت تستخدم المراصد والأدوات الفلكية لتحديد مواعيد الأعياد والفصول وتحديد المواقع الجغرافية والملاحة البحرية.

ويعتبر الحضارة البابلية من أوائل الحضارات التي اهتمت بعلم الفلك، حيث كانت تلاحظ وتدون حركة الأجرام السماوية وتستخدمها في تحديد المواعيد والأعياد الدينية والزراعية. وقد قام علماء بابل ببناء المراصد الفلكية واستخدام الأدوات الفلكية المتطورة لتحديد حركة الكواكب والنجوم.

وفي مصر القديمة، كان علم الفلك يستخدم لتحديد مواعيد الزراعة والأعياد الدينية، وكان الفراعنة يعتبرون النجوم والكواكب أشكالًا من أشكال الآلهة التي تؤثر على حياة البشر.

وفي اليونان القديمة، اهتم علماء الفلك بدراسة حركة الأجرام السماوية وتحديد المواقع والتنبؤ بحدوث الكوارث الطبيعية والظواهر الفلكية. وقد اشتهر علماء الفلك اليونانيون مثل بطليموس وأرسطو وكوبرنيكوس بنظرياتهم الهامة والتي أسهمت في تطوير علم الفلك بشكل كبير.

وفي العصور الوسطى وحتى القرن السادس عشر، استمر الاهتمام بعلم الفلك وتطويره، وتم تحسين الأدوات الفلكية وتطوير نظريات حول حركة الأجرام السماوية.

و في القرن السابع عشر، حدث تحول كبير في علم الفلك مع تطوير النظرية الهيليوسية من قبل العالم البولندي نيكولاس كوبرنيكوس، حيث قام بتقديم فكرة بديلة عن النظرية السابقة التي تقوم على فكرة أن الأرض هي المركز الحقيقي للكون. وتمكن كوبرنيكوس من إثبات أن الشمس هي المركز الحقيقي للكون وأن الكواكب تدور حولها.

وفي القرن الثامن عشر، تم تحسين الأدوات الفلكية وتطوير نظريات جديدة في علم الفيزياء والرياضيات، وكانت هذه النظريات مفتاحاً في فهم حركة الأجرام السماوية بطريقة أكثر دقة واستمرارية. وقد أسهم عدد من العلماء في هذا التطور مثل جون هارلي وإدموند هالي وجيمس برادلي.

وفي القرن التاسع عشر، ظهرت العديد من المراصد الفلكية الكبرى مثل مرصد باريس ومرصد جرينيتش في لندن، وتم استخدام أدوات جديدة مثل التصوير الفوتوغرافي لتسجيل حركة الأجرام السماوية. وقدم

العالم الفرنسي بيير سيمون لابلاس نظرية حول تشكل النظام الشمسي بما يعرف الآن بـ "قانون لابلاس"، الذي يصف العلاقة بين مسافات الكواكب عن الشمس.

وفي القرن العشرين، تطور علم الفلك بشكل كبير مع ظهور التكنولوجيا الحديثة والأجهزة المتطورة مثل المرصد الفضائي هابل والمسبارات الفضائية والحواسيب.

1-علم الفلك في بابل

علم الفلك في بابل يرجع تاريخه إلى أكثر من 4000 سنة مضت، وكانت الحضارة البابلية واحدة من أول الحضارات التي اهتمت بدراسة الكون والنجوم.

وقد كانت الأطروحات الفلكية في بابل تركز بشكل كبير على ملاحظة السماء وحركة النجوم والكواكب وتوثيقها ودراستها. وقد اهتم البابليون بالفلك لأغراض دينية وزراعية، حيث كانوا يعتبرون النجوم والكواكب علامات من علامات الآلهة والتي تحمل رسائل وتحذيرات.

وأنشأ البابليون **أول تقويم شمسي** في التاريخ، وتمكنوا من حساب المد والجزر وحركة الكواكب، وقد اكتشفوا خمسة كواكب بالإضافة إلى الشمس والقمر ونجوم ثابتة.

ويعتبر عالم الفلك البابلي الأشهر هو نبوخذ نصر الثاني الذي عاش في القرن السادس قبل الميلاد، حيث أنه قام بتصنيف النجوم والكواكب ووضع أول جدول للحركة الظاهرية للكواكب في السماء.

2-علم الفلك في مصر القديمة

علم الفلك كان مهمًا جدًا في مصر القديمة وكان يستخدم في حساب التقويم والزراعة وتحديد مواعيد الأعياد والأحداث الدينية والسياسية.

وقد توصل المصريون القدماء إلى فهم دوران النجوم والكواكب وحركتها في السماء، وقد عرفوا بدقة حركة الشمس والقمر وتمكنوا من تحديد الأيام الإضافية التي يجب إدخالها في التقويم الشمسي لتوافق السنة المدنية مع السنة الفلكية.

وقد تركز العلماء المصريون القدماء على دراسة النجوم وحركتها في السماء، حيث اعتبروا النجوم بمثابة ألهة وكانوا يستخدمون المراقبة الفلكية لتحديد مواعيد الأحداث الدينية والسياسية.

كما عرف المصريون القدماء ببناء المعابد والأهرامات بطرق دقيقة ومحسوبة بالاعتماد على الفلك، فقد كانوا يبنون هذه الأبنية وفقاً لتوجيه النجوم والشمس والقمر في السماء، وقد اعتمدوا على الخبرة الفلكية في تحديد اتجاهات القبور وتصميمها بشكل مثالي.

ومن أشهر علماء الفلك في مصر القديمة، الذين تركوا بصماتهم في هذا المجال، هو توت عنخ آمون، الذي عاش في القرن الرابع عشر قبل الميلاد، وكان يعتبر أحد أبرز علماء الفلك والرياضيات في تلك الحقبة.

3-علم الفلك في الصين

علم الفلك في الصين يعود تاريخه إلى آلاف السنين، ويعد من أهم الفروع العلمية في الحضارة الصينية. وقد كان الصينيون القدماء يرتبطون بالفلك بشكل وثيق، حيث كانوا يستخدمون المراقبة الفلكية في الزراعة والإدارة والدين.

وقد تميز العلماء الصينيون في مجال الفلك بتطوير العديد من الأدوات الفلكية واختراعات القياس الدقيق، مثل الجهاز الفلكي المشهور بـ"الكومة المزدوجة"، وكذلك استخدام الفلك في حساب التقويم الصيني وتحديد الأحداث الفلكية المهمة مثل الكسوف والانقلابات الشمسية والقمرية.

وقد قام عالم الفلك الصيني زو سي بتأليف كتاب "تيانوان شو" (سجلات تيانوان) في القرن السادس عشر الميلادي، وهو يعد أكبر كتاب في تاريخ علم الفلك الصيني، حيث يتضمن ملاحظات مفصلة عن حركة النجوم والكواكب والكويكبات والتقويم.

ويعد برج الساعة في بكين، الذي بُني في القرن الخامس عشر الميلادي، أحد أهم الأماكن التي كان يتم فيها دراسة الفلك في الصين، وكانت تُستخدم الساعة فيه لتحديد أوقات الصلاة والأحداث الدينية والسياسية المهمة.

وقد استمر تطور علم الفلك في الصين حتى يومنا هذا، حيث تم تطوير تقنيات حديثة لدراسة الفضاء والنجوم وتحديد حركتها وخصائصها بدقة عالية، وتعتبر الصين الآن واحدة من أهم دول العالم في مجال الفضاء والفلك.

4-علم الفلك في اليونان

علم الفلك في اليونان قدم العديد من المساهمات الهامة لعلم الفلك الحديث. وقد اهتم الفلاسفة اليونانيون بدراسة السماء والكواكب، وتعمقوا في فهم حركتها وطبيعتها، وبنوا نظريات مهمة تحدد حركة النجوم والكواكب في السماء.

وقد قام الفيلسوف اليوناني الشهير أرسطو بتقديم نظرية متكاملة للكون، ومن خلالها تم تحديد حركة النجوم والكواكب، وبنى نظرية متكاملة لحركة الأجرام السماوية، ومن ثم أدى ذلك إلى تطوير العديد من النظريات الأخرى.

كما أسس الفيلسوف اليوناني الشهير بطليموس الذي عاش في القرن الثاني الميلادي، نظرية الأرض المركزية، التي اعتبرها العلماء القديمون النظرية الصحيحة للفلك، وقد استمرت هذه النظرية لقرون عديدة قبل أن يثبت العلماء خطأها.

ومن بين العلماء اليونانيين الآخرين الذين أسهموا بشكل كبير في تطوير علم الفلك، نذكر هيبارخوس وأرخيميدس وأريستارخوس وإقليدس.

ويعتبر فلاسفة اليونان القدماء أول من استخدم الهيئات السماوية في الرسم والفن، حيث يظهر النجوم والأجرام السماوية في العديد من الأعمال الفنية التي قاموا بها.

ويمثل النظام الفلكي المقدم من الفيلسوف اليوناني الشهير كوبرنيكوس، والذي ينص على أن الشمس هي المركز الحقيقي للكون وأن الكواكب تدور حولها، تقدمًا هائلًا في فهم حركة الأجرام السماوية، وهو ما ساعد في تطوير العديد من النظريات والمفاهيم الفلكية المتعلقة بحركة الأجرام السماوية.

ويعد هذا النظام الفلكي بمثابة البداية للعصر الحديث في علم الفلك، حيث تمكن العلماء من خلاله من فهم حركة الأجرام السماوية بشكل أفضل، وقاموا بتطوير العديد من النظريات الفلكية الأخرى التي تعتمد على هذا النظام. كما أنه ساعد في تحديد المواقع والأوقات بشكل أدق، وأدى إلى تطوير تقنيات جديدة للملاحة الفضائية.

5-علم الفلك في الإسلام

علم الفلك كان له دور هام في الحضارة الإسلامية القديمة، حيث قام العلماء المسلمون بتطوير علم الفلك وتوسيع مجاله واستخدموا المعلومات المتوفرة لديهم لدراسة الكواكب والنجوم وحركتها وطبيعتها.

وكان العالم المسلم الشهير الذي قدم الكثير من الإسهامات الهامة في علم الفلك هو الزجاجي، حيث قام بتحديد أوقات الصلاة والصوم والأعياد بناءً على حساباته الفلكية، وأيضاً قام بتطوير أدوات حساب الزوايا والمسافات الفلكية، وكان له دور كبير في تحسين نظرية الأرض المركزية التي كانت معتمدة في ذلك الوقت.

وتمكن العلماء المسلمون من تحديد دورة القمر ومعرفة أوقات الشهور الهجرية بدقة، وكذلك تم تحديد الميل المغناطيسي للأرض واستخدام البوصلة في تحديد الاتجاهات والمسافات.

وقدم العالم المسلم الشهير ابن الهيثم نظرية مهمة في فهم البصريات، وأيضاً قام بدراسة الضوء وانعكاسه وانكساره، وتأثير ذلك على الصور المرئية في العين، وهو ما ساعد في فهم أساسيات تصميم العدسات والمناظير.

وكان المسلمون أيضاً مهتمين بدراسة حركة الكواكب وتأثيرها على الأرض، وقاموا بتطوير أساليب جديدة لحساب الزوايا والمسافات الفلكية، وأدخلوا مفاهيم جديدة لعلم الفلك مثل فكرة التابعية والتحري البصري.

وكان لعلماء الفلك المسلمين دور كبير في تطوير المراصد الفلكية والأدوات الفلكية، وكذلك في تجميع المعلومات، نذكر العالم الفارسي المسلم البيروني الذي عمل على تحديد الزمن والمواقع وتحديد ميل الأرض ودراسة النجوم والأجرام السماوية ومن ثم نشر كتاب "القانون في الفلك" الذي يعتبر من أهم الكتب الفلكية في التاريخ.

كما أن العالم الفارسي الشهير نصر الدين الطوسي والذي عمل في المرصد الفلكي الخوارزمي وترك أعمالا كبيرة في علم الفلك، حيث قدم نماذج مختلفة للكواكب ودرس حركتها ومن ثم نشر كتاب "تحري الأجرام" الذي يعد من أهم الكتب الفلكية في التاريخ.

وقد تمكن العلماء المسلمون من تطوير أدوات فلكية حديثة مثل الآلة الفلكية والأسطرلاب والقبة الفلكية، وقاموا بإنشاء مراصد فلكية كبيرة مثل مرصد الشاملية في العراق ومرصد المراغة في مصر ومرصد الطوس في إيران.

وقد أثرت إسهامات العلماء المسلمين في تطوير علم الفلك على الثقافة والعلم في العالم، حيث تمكنوا من جمع الكثير من المعلومات والبيانات الفلكية وتطوير نظريات جديدة تعتمد على الرصد الدقيق للأجرام السماوية، وهو ما ساهم في تطور العلم في العالم الإسلامي ومن ثم انتقاله إلى الغرب في العصور اللاحقة.

6-تطور علم الفلك من القرن XV الى القرن XVIII

شهد القرن الخامس عشر وحتى القرن الثامن عشر تطورًا كبيرًا في علم الفلك، حيث شملت هذه الفترة العديد من التطورات الهامة في فهم الكون وتحليل حركة الأجرام السماوية. وفيما يلي بعض الأحداث والإنجازات الرئيسية في تطور علم الفلك خلال هذه الفترة:

في القرن الخامس عشر، ابتكر نيكولاوس كوبرنيكوس نظريته حول المركزية الشمسية وحركة الكواكب حول الشمس. وقد أثارت هذه النظرية الكثير من الجدل والتحدي في ذلك الوقت، لكنها أثبتت صحتها مع مرور الوقت.

في القرن السادس عشر، قام تايكو براهي بتجميع بيانات عن حركة النجوم وتصنيفها في فهرس ضخم يحمل اسم "تصنيف براهي". وقد أسهم هذا العمل في تطوير علم الفلك وفهم حركة النجوم بشكل أفضل.

في القرن السابع عشر، ابتكر يوهانس كيبلر قوانين الحركة الكوكبية الثلاث، والتي تشير إلى أن الكواكب تدور حول الشمس على مدارات بيضاوية وتخضع لقوانين حركية معينة. كما ابتكر كيبلر أيضًا التلسكوب اللازم لدراسة الأجرام السماوية بدقة أكبر.

في القرن الثامن عشر، قام إدموند هالي بدراسة مسارات الكويكبات وتحديد مدار هالي الذي يمر كل 76 عامًا ويتسبب في ظهور المذنبات الشهيرة. كما أنه قام بتحليل بيانات النجوم وتطوير تصوره حول ميلان الأرض.

في القرن الثامن عشر، قام العالم الفرنسي بيير سيمون لابلاس بتحديد القوانين الأساسية لحركة الكواكب، وذلك بعد عدة سنوات من الدراسة والتجارب العلمية. وتمثل هذه القوانين في ما يعرف اليوم بقانون لابلاس أو قانون الأقمار الصناعية، والذي يصف حركة الأجرام السماوية في نظام شمسي مركزي.

وكان لابلاس أيضاً من بين العلماء الذين قاموا بدراسة تأثير الجاذبية والقوى المتبادلة بين الأجسام السماوية، وتمكن من وضع نظرية للجاذبية السماوية العامة. ومن خلال هذه الدراسات، أصبح بإمكان

العلماء التنبؤ بحركة الكواكب والأجرام السماوية بدقة عالية، مما ساهم في تطوير العديد من المراصد الفلكية والأدوات الفلكية الحديثة.

وفي القرن الثامن عشر، تم أيضاً تطوير تقنيات جديدة لقياس الزوايا والمسافات في الفضاء السماوي، مثل الميكرومتر والدوائر الحلقية، وهذا ساعد على زيادة دقة القياسات الفلكية. كما قام العالم الألماني ويلهلم أولبرز بتصميم وتصنيع تلسكوبات كبيرة جداً، مما سمح بدراسة الأجرام السماوية بدقة أكبر وبتفاصيل أكثر دقة.

قام العالم الألماني يوهان تيتش بتصميم وبناء أحد أكبر التلسكوبات في العالم، والذي كان يبلغ قطره 1.5 متر. وقد أسهم هذا العمل في تطوير علم الفلك ودراسة الأجرام السماوية بشكل أفضل.

قام العالم الإنجليزي وليام هيرشل بتصميم تلسكوبات كبيرة ودراسة النجوم والكواكب والمجرات. كما اكتشف العديد من الأجرام السماوية، بما في ذلك كوكب أورانوس الذي اكتشفه في عام 1781.

قام العالم الفرنسي شارل مسييه بتصنيف النجوم وتصنيفها حسب سطوعها، وتسمى هذه التصنيفات بتصنيف مسييه.

قام العالم الإنجليزي جيمس برادلي بتحديد حركة التلسكوبات السماوية واكتشاف ظاهرة الحركة السنوية للنجوم، وهي حركة ظاهرية للنجوم تتأثر بحركة الأرض حول الشمس.

في نهاية القرن الثامن عشر، قام العالم الألماني فريدريش بيسل بتطوير مفهوم العدسات اللازمة للتركيز على الأجسام السماوية بدقة أكبر، وهو ما أسهم في تحسين تصوير الأجرام السماوية.

قام العالم الإنجليزي نيوتن بتطوير نظريته حول الجاذبية وحركة الأجرام السماوية. في عام 1687، قام نيوتن بنشر كتابه "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" الذي يعرف اختصارًا باسم "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية"، والذي يعد واحدًا من أهم الأعمال في تاريخ الفيزياء.

في هذا الكتاب، قام نيوتن بوصف قوانين الحركة والجاذبية التي تسيطر على الأجسام السماوية، وأوضح أن الجاذبية تعتبر قوة متجهة نحو مركز الجسم السماوي، مثل الشمس، والتي تجعل الكواكب والأجرام السماوية تدور حولها. كما قدم نيوتن أسسًا رياضية دقيقة لوصف حركة الأجرام السماوية، والتي تعتبر حتى اليوم أسسًا مهمة في دراسة علم الفلك.

نظرية نيوتن للجاذبية وحركة الأجرام السماوية، ساعدت على فهم الحركة الظاهرية للكواكب والأجرام السماوية، وأدت إلى تطوير المراصد الفلكية والتقنيات الفلكية الحديثة. كما أن هذه النظرية ساعدت أيضًا في فهم الظواهر الطبيعية الأخرى، مثل حركة الأجسام على سطح الأرض والمد والجزر.

بالإضافة إلى ذلك، كان القرن الثامن عشر شاهداً على اكتشافات هامة في مجال الفيزياء، مثل اكتشاف الإشعاع الكوني والأشعة الكونية، وتمت دراسة تأثير هذه الظواهر على الأجرام السماوية.

كما تم تطوير الأدوات الفلكية والتقنيات الحديثة للمراصد الفلكية، مما سمح بجمع بيانات دقيقة حول الأجرام السماوية وحركتها وخصائصها، وتحليل هذه البيانات باستخدام الحوسبة والذكاء الاصطناعي.

وبشكل عام، كان القرن الثامن عشر مهمًا جدًا في تطور علم الفلك، حيث تم تطوير نظريات وأدوات حاسمة لفهم حركة الأجرام السماوية وخصائصها، وفي ذلك أسهم العديد من العلماء والباحثين من مختلف البلدان والثقافات.

الدرس الثاني: علم الفلك الكروي والميكانيك الفلكية

مقدمة

علم الفلك هو العلم الذي يهتم بدراسة الأجرام السماوية مثل النجوم والكواكب والمجرات والظواهر الكونية الأخرى. وقد تطور هذا العلم عبر العصور والحضارات المختلفة، حتى وصل إلى العلم الحديث الذي نعرفه اليوم.

ومن النقاط الهامة في تطور علم الفلك كان اكتشاف الفلك الكروي في العصور الوسطى، حيث أدى ذلك إلى تطوير أساليب جديدة لرصد وتحليل حركة الأجرام السماوية. وقد تم تحسين الأدوات الفلكية مثل المراصد والتلسكوبات والساعات الفلكية لمزيد من الدقة في القياسات.

ومن النظريات الأساسية في علم الفلك الميكانيك الفلكية، وهي النظرية التي تعتمد على مبدأ الجاذبية الذي وضعه العالم إسحاق نيوتن في القرن السابع عشر. وقد ساعدت هذه النظرية في فهم حركة الأجرام السماوية وتوقع حركاتها في المستقبل.

وفي الوقت الحالي، يعتمد علم الفلك على تقنيات حديثة مثل التصوير الفلكي وتحليل البيانات الكونية باستخدام الحاسوب، مما أدى إلى اكتشافات هامة في مجالات مثل الثقوب السوداء والمجرات البعيدة والكواكب خارج المجموعة الشمسية. ومن المتوقع أن يستمر علم الفلك في التطور والتقدم في المستقبل مع استخدام التقنيات الحديثة المتاحة.

هذه التقنيات قد ساعدت في اكتشاف العديد من الظواهر الفلكية المثيرة للإعجاب مثل النجوم النابضة والنجوم الزرقاء اللامعة والنجوم النيوترونية والنجوم المزدوجة والمجرات البعيدة وغيرها الكثير.

ويتمثل التقدم الحديث في علم الفلك في استخدام التقنيات الحديثة لفهم الظواهر الفلكية، وتحليل البيانات المتاحة من المراصد الفلكية والأطقم الفضائية، والتنبؤ بحركة الأجرام السماوية في المستقبل، ودراسة تأثير هذه الحركات على الكواكب والنجوم والمجرات. وبفضل هذه التقنيات، تم اكتشاف الكثير من الأجرام الفلكية المثيرة للاهتمام، مثل الكواكب الخارجية والثقوب السوداء والمجرات النشطة والمستعرات النجمية وغيرها الكثير.

1-حركات الأرض

تتميز الأرض بالعديد من الحركات المختلفة وهي:

1-1-حركة الأرض حول محورها

من الغرب إلى الشرق عكس عقارب الساعة للمشاهد من القطب الشمالي وهي حركة دورانية تدور خلالها الأرض حول محورها المائل تقريبًا 23.5 درجة مرة كاملة كل 24 ساعة تقريبًا. وتسمى الحركة الدائرة التي يواجه فيها القطب الشمالي للأرض نحو النجم القطبي بولاريس بـ "دائرة القطب الشمالي"، وتسمى الحركة الدائرة التي يواجه فيها القطب الجنوبي للأرض نحو النجوم الجنوبية بـ "دائرة القطب الجنوبي."

يتسبب دوران الأرض حول محورها في ظهور الشمس والقمر والنجوم في السماء بشكل يومي، وتحدد هذه الحركة فترات النهار والليل ومدة الأيام والليالي. كما تؤثر حركة دوران الأرض على الظاهرة الفلكية المعروفة باسم "الحركة الظاهرية للشمس"، حيث تتغير مواقع ظهور الشمس في السماء طوال العام بسبب حركة الأرض حول محورها وحركتها حول الشمس.

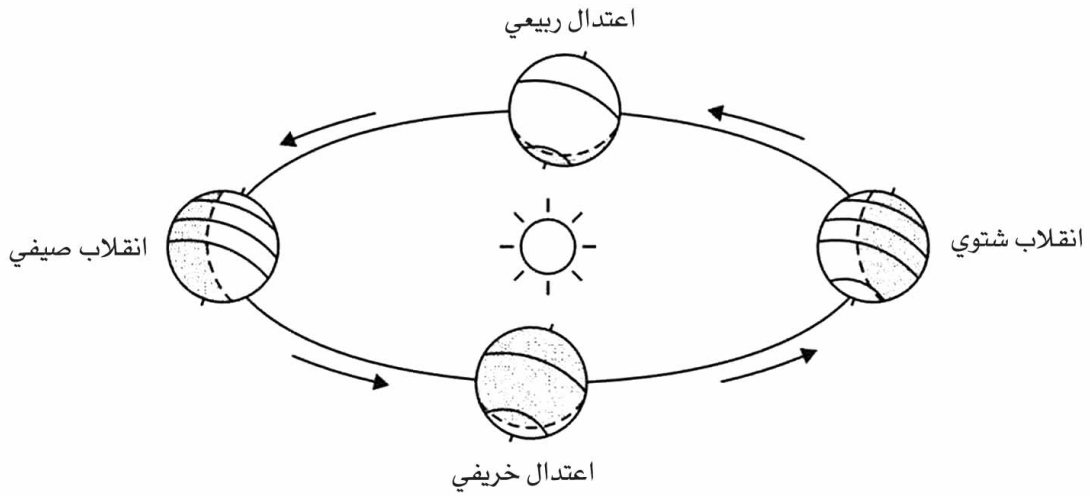
علاوة على ذلك، تؤثر دوران الأرض حول محورها على القوى الطبيعية التي تعمل على الأرض، مثل الجاذبية والكتلة الحرارية والضغط الجوي، وتساعد هذه القوى في تحديد الطقس والمناخ.

1-2-حركة الأرض حول الشمس

حيث تدور عكس عقارب الساعة للمشاهد من شمال المجموعة الشمسية وهي الحركة التي تؤدي إلى دوران الأرض حول الشمس مرة كاملة خلال مدة تقريبية قدرها 365 يومًا وست ساعات ونصف. وتتحرك الأرض في مدار بيضاوي حول الشمس، ويتم تحديد موقع الأرض في المدار بالنسبة للشمس باستخدام خط الاعتدال الربيعي (بداية فصل الربيع في النصف الشمالي للكرة الأرضية) كنقطة بداية للمدار.

تؤثر الحركة السنوية للأرض حول الشمس على الفصول الأربعة (الربيع والصيف والخريف والشتاء)، حيث يتم تحديد مواسم السنة بسبب الانحرافات الزاوية للأرض المائلة نحو المستوى المداري، مما يؤدي إلى تغيير كمية الضوء والحرارة التي تصل إلى سطح الأرض في مناطق مختلفة. كما يؤثر الحركة السنوية على حركة الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية، حيث تؤثر جاذبية كل كوكب على حركة الآخرين في مداراتهم حول الشمس.

يعد الدوران السنوي للأرض حول الشمس مصدرًا هامًا للوقت في الحياة اليومية، حيث يستخدم الإنسان التقويم الشمسي المعتمد على دوران الأرض حول الشمس لتحديد فصول السنة والمواسم والأعياد. كما يستخدم العلماء والفلكيون الحركة السنوية للأرض حول الشمس لتحديد الأحداث الفلكية الهامة مثل الانقلاب الشتوي والاعتدال الربيعي.



الشكل 1: حركة الأرض حول نفسها وحول الشمس.

1-3-الحركة الترنحية للأرض

هي حركة الأرض التي تؤدي إلى ميلان محورها بزاوية حوالي 23.5 درجة بالنسبة للمستوى الذي يحدده مستوى مدارها حول الشمس. وتسمى هذه الزاوية ميل المحور الأرضي.

وينتج ميل المحور الأرضي عن تأثير عدد من العوامل، بما في ذلك تأثير قوة الجاذبية الشمسية على الأرض وتأثير قوة الجاذبية القمرية على المحيطات الأرضية. ويؤدي تأثير هذه العوامل إلى تغيرات دورية في موقع المحور الأرضي خلال السنة الفلكية، حيث تكون الميلانية الشتوية في ديسمبر في النصف الشمالي للكرة الأرضية والميلانية الصيفية في جوان.

تؤثر الحركة الترنحية على الأرض على عدة أنواع من الظواهر الفلكية والجوية، مثل المناخ والفصول والطقس وتحرك الرياح وتشكل السحب والظلال والضوء الشمسي. كما تؤثر الحركة الترنحية على زوايا الإضاءة وطول النهار والليل، حيث يتغير عدد ساعات الضوء والظلام خلال السنة الفلكية وفي المناطق المختلفة من الكرة الأرضية.

يعتبر الحركة الترنحية للأرض أحد العوامل الهامة التي تؤثر على احتمالية حدوث الفصول والظواهر الجوية المختلفة، وتستخدم العديد من التطبيقات العلمية والفلكية هذه الحركة لتحديد الظواهر الفلكية والزمنية بشكل أكثر دقة.

1-4-حركة الأرض الاهتزازية

تؤثر جاذبية القمر أيضا على حركة الأرض الاهتزازية خلال حركتها حول الشمس، حيث يسبب تفاعل الجاذبية بين الأرض والقمر اهتزازا دوريا في محور دوران الأرض حول الشمس، ويطلق على هذه الظاهرة "اضطراب حركة الأرض بسبب جاذبية القمر.

ويؤثر هذا الاضطراب في مختلف جوانب حركة الأرض، بما في ذلك ميلانها المحوري وتغيرات في مدارها حول الشمس. وعلى الرغم من أن تأثير هذا الاضطراب صغير، إلا أنه يمكن قياسه بدقة باستخدام التقنيات الحديثة.

وتحدث هذه الظاهرة كل 18.6 عام، ويشار إليها باسم "الدورة الشمسية الكبيرة". وتتأثر خلالها حركة الأرض بشكل كبير بجاذبية القمر، مما يؤدي إلى حدوث تغيرات في الميلان المحوري وتغيرات في مدار الأرض حول الشمس.

وتساعد دراسة هذه الظاهرة على فهم حركة الأرض بشكل أفضل، وتحسين دقة حساباتها، وتقدير تأثيرات هذه الحركة على النظام الكوني بشكل عام.

1-1-5-حركة الأرض بسبب حركة المجموعة الشمسية حول المجرة

تدور المجموعة الشمسية، التي تتكون من الشمس والكواكب والأجرام الأخرى المرتبطة جاذبيًا بها، حول مركز المجرة في مسار دائري يستغرق حوالي 225-250 مليون سنة لإكمال دورة واحدة. وبما أن الأرض تدور حول الشمس، فإن حركة المجموعة الشمسية حول المجرة تؤثر على حركة الأرض أيضًا.

وتتأثر حركة الأرض بشكل طفيف بسبب حركة المجموعة الشمسية حول المجرة، حيث تتحرك الأرض دائما في مسار يتغير مع الوقت بسبب تأثير الجاذبية الشديد من النجوم والكواكب الأخرى في المجرة.

وتسمى هذه الحركة بـ "حركة الأرض حول مركز المجرة"، ويستغرق الانتقال من موضع إلى آخر على المدى الزمني الطويل نحو 25-28 ألف سنة، وتتحرك الأرض خلالها من منطقة من المجرة إلى أخرى.

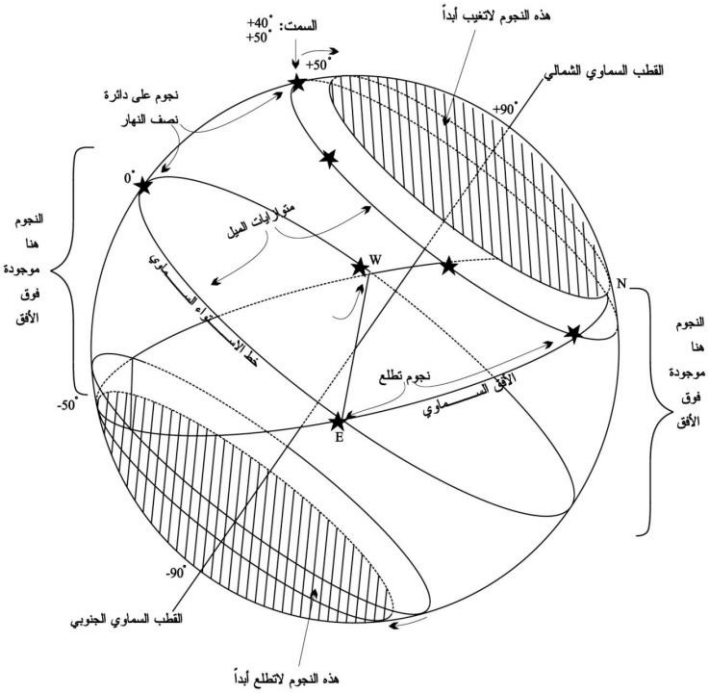
وتؤثر هذه الحركة على الأرض بشكل طفيف عن طريق تغيير المستوى الذي تحمل فيه الأرض في الفضاء، وهذا يؤثر بشكل محدود على المناخ والبيئة، ولكنه يعد جزءا من تفاعلات النظام الكوني المعقد.

2-القبة السماوية (الكرة السماوية)

هي الكرة العملاقة من السماء التي تحيط بالأرض وتشمل جميع النجوم والكواكب والأجرام السماوية التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو باستخدام المناظير. وتشكل هذه الأجسام السماوية ما يسمى بالمجموعة الشمسية، وتتضمن الأجرام السماوية النجوم والكواكب والأقمار والنيازك والمجرات والغبار الكوني والغازات.

وتتغير القبة السماوية على مدار السنة بسبب حركة الأرض حول الشمس، وتتغير الأجرام السماوية التي يمكن رؤيتها في السماء، ففي الشتاء يمكن رؤية مجموعة مختلفة من النجوم والكواكب مقارنة بالصيف، وهذا يعود لحركة الأرض حول الشمس وتأثير ذلك على مواقع الأجسام السماوية في السماء.

وتختلف القبة السماوية أيضا بحسب الموقع الجغرافي للمشاهد، فمنطقة الشمال القطبية تعرض لظواهر الشفق القطبي وظاهرة الليل القطبي بسبب ميل الأرض على محورها، بينما تختلف الأجسام السماوية المرئية في المناطق المدارية والاستوائية عن تلك في المناطق القطبية.



الشكل 2 : القبة السماوية.

3-أهم النقاط والأفلاك في القبة السماوية

3-1-نقطة السمت (Zenith)

وهي نقطة تقع عامودياً على رأس المراقب.

3-2-خط (دائرة) الزوال (Meridian)

وهي الدائرة التي تصل القطب الشمالي بالقطب الجنوبي من الكرة الأرضية.

3-3-خط (دائرة) الأفق (Horizon)

وهو مستوى الأفق الذي يشاهده المراقب.

3-4-القطب الشمالي للقبة (Celestial North Pole)

وهي النقطة التي يمر فيها الخط الموازي لمحور دوران الأرض حول نفسها، وتكون باتجاه النجم القطبي تقريباً.

3-5-الفلك الاستوائي (Equator)

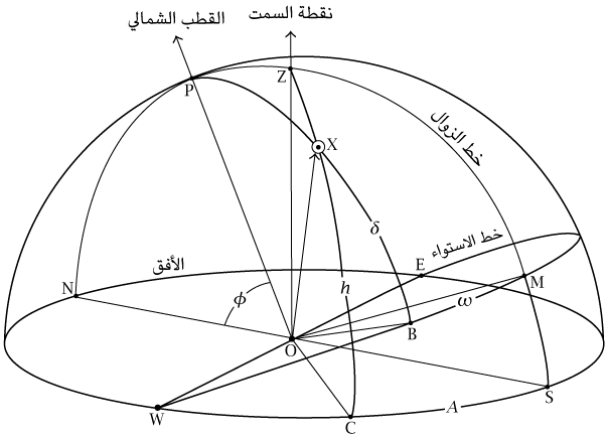
وهي الدائرة التي تعتبر موازية لمسقط دائرة الاستواء على الكرة السماوية.

3-6-فلك البروج أو الكسوف(Ecliptic)

وهي الدائرة الظاهرية التي تتحرك فيها الشمس ومن خلفها البروج عند دوران الأرض حول الشمس، وهي الدائرة الموازية لمسقط مستوى دوران الأرض حول الشمس على الكرة السماوية.

3-7-نقطتا الاعتدال (Equinox)

وهي النقطتان التي يلتقي فيها فلك البروج بالفلك الاستوائي، ويحدث الاعتدال الربيعي والخريفي عند مرور الشمس الظاهري بتلك النقطتين.



الشكل 3: نقطة السمت وخط الزوال والأفق.

4-طرق تحديد مواقع الأجرام الفلكية

4-1-طريقة الارتفاع الأفقي

هي إحدى الطرق التي يمكن استخدامها لتحديد موقع الأجرام الفلكية في السماء. تعتمد هذه الطريقة على قياس الزاوية بين الأفق والجسم السماوي المراد تحديد موقعه.

لتحديد موقع الجسم السماوي باستخدام الارتفاع الأفقي، يتم قياس الزاوية بين خط أفقي يمر عبر النقطة التي يتم فيها المراقبة وبين الجسم السماوي المراد تحديد موقعه، ويشار إلى هذه الزاوية بالارتفاع الأفقي. ويمكن استخدام جهاز يسمى بالبوصلة الأفقية لتحديد الاتجاه الأفقي بدقة.

عند استخدام طريقة الارتفاع الأفقي، يجب أن يتم معرفة موقع المراقب بالنسبة لخط الاستواء، لأن الارتفاع الأفقي يختلف حسب الموقع الجغرافي للمراقب.

وتعتبر طريقة الارتفاع الأفقي من الطرق الأساسية لتحديد مواقع الأجرام السماوية، ويمكن استخدامها بشكل فعال في الرصد الفلكي وتصوير السماء.

4-2-الطريقة الإستوائية

هي إحدى الطرق المستخدمة لتحديد موقع الأجرام الفلكية في السماء، وتعتمد على إحداثيات خط الاستواء وهو الدائرة الخيالية التي تمر بالنقاط الأوتوماتيكية على الكرة الأرضية وهي المتوازية لخط الإستواء الذي يقسم الأرض إلى نصفين شمالي وجنوبي.

تتمثل طريقة الإستوائية في تحديد موقع الجسم السماوي بالاعتماد على إحداثياته على الكرة السماوية، وتشمل هذه الإحداثيات الزاوية المستوية (المعروفة باسم الإسفين السماوية) والميل السماوي (المعروف أيضا باسم دائرة العرض السماوي).

يتم قياس الإسفين السماوية بالزاوية المحصورة بين الخط المستوي الذي يربط موقع المراقب على الأرض والنقطة المراد معرفة موقعها على الكرة السماوية، وبين الخط الذي يمر من النقطة المراد معرفة موقعها على الكرة السماوية ويمر بمركز الأرض.

أما الميل السماوي فيتم قياسه بالزاوية المحصورة بين مستوى خط الإستواء ومستوى دائرة العرض السماوي للجسم السماوي.

وباستخدام هذه الإحداثيات يمكن تحديد موقع الأجرام الفلكية في السماء ورصدها ودراستها.

5-حركة القمر

حركة القمر هي الحركة التي يقوم بها القمر حول الأرض، وتتميز بعدة خصائص وظواهر تؤثر على الحياة على الأرض. يتأثر حركة القمر بالجاذبية الشمسية وكذلك بالجاذبية الأرضية، كما يؤثر فيها الحركة الدورانية للأرض والعوامل الأخرى. يتميز القمر بحركة دورانية حول محوره الخاص، وهو يدور مع الأرض حول مركز كتلتهما المشترك في حركة دورانية حول الشمس.

تتميز حركة القمر بظاهرة الانتظام الزمني، حيث تتكرر بعض الظواهر القمرية مثل الاكتمال والهلال بشكل دوري، حيث يستغرق دورة القمر الدورانية حول الأرض حوالي 29.5 يومًا. ومن الظواهر الأخرى التي تحدث بسبب حركة القمر هي الكسوف والخسوف، وظاهرة الجاذبية المدارية التي تؤثر على المد والجزر.

6-دوران القمر

يدور القمر حول نفسه مرة واحدة كلما دورة كاملة حول الأرض، وذلك بسبب أنه يدور على مداره حول الأرض بوتيرة أبطأ من سرعة دورانه حول نفسه، مما يؤدي إلى تقدم بعض الجهات عن الأخرى في الدوران حول الأرض. وبذلك، يستغرق القمر 27.3 يومًا لإكمال دورة كاملة حول الأرض وحول نفسه.

ويعرف هذا الدوران بالتزامن المداري (Tidal Locking)، حيث أن الجاذبية القوية بين الأرض والقمر قد أدت إلى تأثيرها على بعضهما البعض، حيث تبدو وجهة القمر الواجهة للأرض دائمًا نفسها ولا تتغير، وتسمى هذه الظاهرة بالوجه الدائم للقمر، في حين يتغير شكل القمر المرئي للمراقبين على الأرض بسبب حركة الإضاءة عليه وتغير المنظر الزاوي.

7-الحركة الظاهرية للقمر وأطواره

تتحرك القمر حول الأرض بسرعة ثابتة ولكن الحركة الظاهرية له يمكن أن تبدو مختلفة في السماء على مدار الشهر. ويتم ذلك بسبب حركة الأرض حول الشمس وتحرك القمر حول الأرض في نفس الوقت. يبدو حجم القمر الظاهري مختلفًا على مدار الشهر، حيث يبلغ أقصى حجم له عندما يكون على مسافة قريبة جدًا من الأرض ويطلق عليه القمر العملاق، وأقل حجم عندما يكون على بعد بعيد جدًا من الأرض ويطلق عليه القمر الصغير.

تمر القمر بمراحل مختلفة خلال الشهر القمري، وتشمل هذه المراحل:

البدر: حيث يكون القمر في المرحلة الكاملة، ويظهر بشكل دائري كامل في السماء.

الهلال: حيث يظهر القمر على شكل هلال، وهو في المرحلة الجزئية.

التربيع الأول: حيث يظهر القمر بنسبة 50% من الشكل الكامل، وهو في المرحلة النصفية الأولى.

التربيع الأخير: حيث يظهر القمر بنسبة 50% من الشكل الكامل، وهو في المرحلة النصفية الثانية.

تختلف فترة ظهور القمر في السماء بين البدر والهلال والربع الأول والربع الأخير، ويمكن حساب ذلك باستخدام التقويم القمري.

8-منازل القمر

تُعرف منازل القمر بأنها الاثنا عشر مجموعة من النجوم التي يمر القمر خلالها خلال دورته الشهرية. وتُستخدم هذه المنازل في علم الفلك القديم كنظام لتحديد مواقع الأجرام السماوية والوقت. ويمكن تحديد كل منزل بناءً على النجم الذي يقع فيه والذي يكون مرئياً في السماء في ليلة معينة.

تمتد المنازل القمرية في الاتجاه المعاكس لحركة دوران الأرض حول نفسها، وهي كالتالي:

الرأس (رأس الحمل): وهي النجمة الأولى في المنزلة الأولى، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها عندما يكون بدراً.

الثور: وهي النجمة الأولى في المنزلة الثانية، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة الأولى.

الجوزاء: وهي النجمة الأولى في المنزلة الثالثة، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة الثانية.

السرطان: وهي النجمة الأولى في المنزلة الرابعة، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة الثالثة.

الأسد: وهي النجمة الأولى في المنزلة الخامسة، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة الرابعة.

العذراء أو السنبلة: وهي النجمة الأولى في المنزلة السادسة، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة الخامسة.

الميزان: وهي النجمة الأولى في المنزلة السابعة، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة السادسة.

العقرب: وهي النجمة الأولى في المنزلة الثامنة، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة السابعة.

القوس: وهي النجمة الأولى في المنزلة التاسع، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة الثامنة.

الجدي: وهي النجمة الأولى في المنزلة العاشر، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة التاسعة.

الدلو: وهي النجمة الأولى في المنزلة الحادي عشر، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة العاشرة.

الحوت: وهي النجمة الأولى في المنزلة الثاني عشر، وهي النجمة التي يمر القمر خلالها بعد المنزلة الحادي عشر.

وتم تحديد المنازل بناءً على الملاحظة والتجربة، وكانت هذه المنازل تستخدم بشكل واسع في الفلك العربي والهندي والصيني في العصور القديمة لتحديد مواقع الأجرام السماوية في السماء. وما زالت هذه المنازل تستخدم حتى الآن في الفلك الهندي والصيني في بعض الأحيان لتحديد الأحداث الفلكية المهمة.

الدرس الثالث: التوقيت والتقويم

مقدمة

يعد التوقيت أو الزمن من المفاهيم الأساسية في علم الفلك، حيث يتم استخدامه لتحديد حركة الأجرام السماوية وتفسير الظواهر الفلكية المختلفة. وتتوفر العديد من الوحدات المختلفة لقياس الزمن، مثل الثانية والدقيقة والساعة واليوم والشهر والسنة.

وتعتبر الرزنامات أو التقويمات أيضًا من الأدوات المهمة في علم الفلك، حيث تستخدم لتحديد المواعيد والأحداث الفلكية المختلفة. وتتوفر العديد من الرزنامات المختلفة، مثل الرزنامات الشمسية والقمرية والميلادية والهجرية وغيرها.

وقد شهد علم الفلك تطورًا هائلاً في مجال الزمن والرزنامات عبر التاريخ، حيث تم تطوير أدوات لقياس الزمن المختلفة مثل الساعات الشمسية والرملية والمائية، وتم تحسين الرزنامات المختلفة عبر التاريخ بما في ذلك تطوير الرزنام الغريغوري والرزنام الهجري.

وفي الوقت الحالي، يستخدم علم الفلك التقنيات الحديثة في مجال الزمن والرزنامات، مثل الساعات الذرية والرزنامات الفلكية الحديثة، والتي تستخدم لتحديد المواعيد والأحداث الفلكية بدقة عالية.

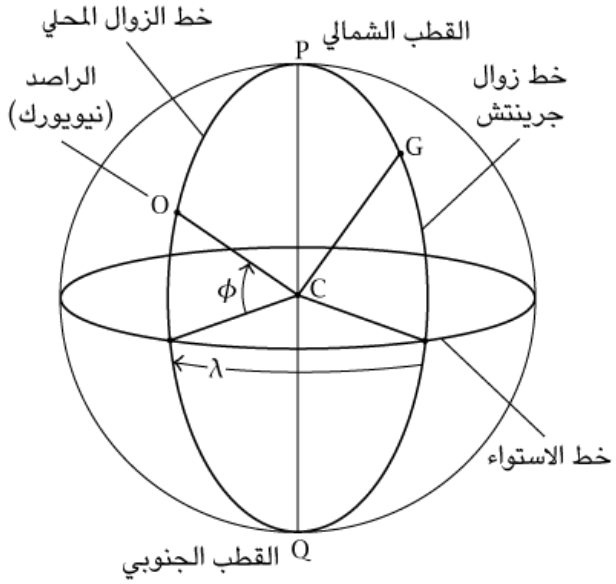
1-التوقيت

هو النظام الذي يتم فيه تقسيم الوقت إلى فترات محددة ومتساوية، ويستخدم لتنظيم الأحداث والمواعيد بشكل عام. ويختلف التوقيت من منطقة إلى أخرى حول العالم بسبب اختلاف الطوابع الزمنية لكل منطقة.

تعتمد الطوابع الزمنية على موقع المنطقة بالنسبة لخط الطول الأول (خط طول غرينتش) والذي يعد الخط الذي يقسم الأرض إلى نصفين شمالي وجنوبي، حيث يكون التوقيت في كل منطقة يختلف عن التوقيت في المناطق الأخرى بناءً على فرق الطول بينهم وبين خط غرينتش.

يتم تحديد التوقيت في كل منطقة من خلال تحديد الوقت القياسي للمنطقة بحيث يكون هذا الوقت ينطبق على جميع المدن والمناطق داخل المنطقة. وعادة ما يتم تحديد التوقيت بحيث يكون متأخراً بمقدار ساعة واحدة عن التوقيت العالمي المنسق(UTC) ، مع استثناء بعض الدول التي تختلف في تعيين التوقيت لأسباب مختلفة مثل التوقيت الصيفي أو الدينية أو السياسية.

وتستخدم العديد من الجهات والمؤسسات التوقيت الرسمي لتنظيم الأحداث والأنشطة، مثل الجهات الحكومية وشركات النقل والطيران وشركات الاتصالات والمؤسسات الصناعية. وتوفر العديد من الهواتف الذكية والحواسيب والساعات الذكية التوقيت الدقيق بناءً على الطوابع الزمنية المحددة لكل منطقة.



الشكل 4: خط الطول غرينتش.

2-التوقيت العالمي المنسق

التوقيت العالمي المنسق بالإنجليزية (Coordinated Universal Time) :ويعرف اختصارًا بـ UTC هو التوقيت القياسي الدولي المستخدم كنظام قياس وتوحيد للوقت في مختلف أنحاء العالم. ويتم حساب UTCعن طريق مراقبة الساعة الذرية وهي الساعة الأكثر دقة وثباتا في العالم.

ويتم تقديم UTC بصيغة ساعات ودقائق وثواني، ويتم تعديله دوريا بمعدلات بسيطة تقوم بها مجموعة من المراصد الفلكية في جميع أنحاء العالم، وذلك لضمان توافقه مع دوران الأرض اليومي.

وتختلف التوقيتات المحلية في جميع أنحاء العالم بناءً على الموقع الجغرافي للدول والمناطق. ويتم تعديل التوقيت المحلي لتوافق UTC عندما يتم تطبيق التوقيت الصيفي أو عندما يتم تحديد توقيت محلي جديد في بعض الدول أو المناطق.

ملاحظة:

الساعة الذرية هي أداة قياس الزمن تستخدم في مختلف التطبيقات الحديثة، وهي تعتمد على تأثير تردد اهتزازات الذرات في مجال مغناطيسي، والتي تعتبر الأكثر دقة في قياس الزمن.

تتكون الساعة الذرية من جزئين رئيسيين: الذرة وآلية القياس. ويتم إنتاج الإشارة الكهرومغناطيسية من خلال آلية القياس والتي ترسل إلى الذرة التي تستجيب بالاهتزاز عند مستوى تحريض معين. ويتم قياس عدد الاهتزازات المتتالية خلال ثانية واحدة للحصول على وحدة الزمن.

تستخدم الساعات الذرية في عدة تطبيقات من بينها تحديد التوقيت الدولي الموحد (UTC) والتي تعتبر الأساس في قياس الزمن في العالم، كما تستخدم أيضًا في علم الفلك والملاحة الجوية والفضائية والاتصالات والتحكم الصناعي والكثير من التطبيقات الأخرى.

3-اليوم

3-1-اليوم النجمي

هو الفترة الزمنية التي يستغرقها النجم للدوران حول محوره مرة واحدة. وهو مفهوم مستخدم في الفلك والفضاء ويختلف عن اليوم الشمسي الذي يعتمد على دوران الأرض حول نفسها مرة واحدة. ويتم حساب اليوم النجمي بناءً على مدة دوران النجم حول محوره، والتي تختلف من نجم إلى آخر، حيث تتراوح ما بين أقل من ساعة إلى عدة أيام. يتم استخدام اليوم النجمي بشكل رئيسي في الفلك لحساب حركة النجوم والكواكب وغيرها من الأجسام السماوية.

3-2-اليوم الشمسي

هو الفترة الزمنية التي تستغرقها الأرض للدوران حول نفسها مرة واحدة بالنسبة للشمس، وهو مقياس زمني معتمد عالميًا لتحديد الوقت والتوقيت. ويتم قياس اليوم الشمسي بناءً على مدة دوران الأرض حول محورها الخاص بالنسبة للشمس، وهو يعتبر أقصر بقليل من اليوم النجمي. وتستخدم اليوم الشمسي كوحدة زمنية رئيسية في الحياة اليومية، مثل حساب الساعات العمل والمواعيد المدرسية والجلسات الحكومية وغيرها. كما يستخدم اليوم الشمسي كمقياس للفصول الأربعة في السنة ولتحديد التواريخ المهمة، مثل الأعياد والمناسبات والأحداث الثقافية والدينية.

4-الشهر

4-1-الشهر الكوني

هو وحدة زمنية تستخدم في الفلك لقياس الوقت اللازم لدوران القمر حول الأرض والعودة إلى نفس المكان بالنسبة للنجوم الخلفية. ويتكون الشهر الكوني من حوالي 27.32 يومًا.

وتعتمد الحسابات الفلكية على الشهر الكوني في تحديد الأوقات المناسبة للمراقبة والدراسة، وكذلك في تحديد الأوقات المناسبة لأداء الصلوات والعبادات الدينية في الإسلام، حيث تقوم الدول الإسلامية بتحديد بداية كل شهر قمري بناءً على رصد هلال الشهر الجديد، ويتم ذلك بناءً على حسابات دقيقة لحركة القمر ومواقعه في السماء.

ويعتبر الشهر الكوني مهمًا في الفلك لأنه يساعد على تحديد الحركات والمواقع الإستوائية للقمر، وبالتالي يساعد في تحديد مواقع النجوم والأجرام الفلكية الأخرى بالنسبة للقمر والأرض.

4-2-الشهر القمري

هو الفترة الزمنية التي يستغرقها القمر ليكمل دورته الكاملة حول الأرض، وتعتمد مدته على حركة القمر وتأثيرات الجاذبية الشمسية والشروط البيئية الفلكية الأخرى.

وتختلف مدة الشهر القمري عن المدة الزمنية للشهر المدني المعتمد في التقويم الميلادي الذي نستخدمه، حيث يستغرق الشهر القمري ما بين 29 و29.5 يوم، بينما يستغرق الشهر المدني 30 أو 31 يومًا.

وتستخدم العديد من الحضارات القديمة الشهر القمري في تقويمها، ولا يزال بعضها يستخدمه حتى اليوم، ويعتبر التقويم الهجري المستخدم في العالم الإسلامي تقويمًا قمريًا، حيث يستند إلى دوران القمر حول الأرض.

5-السنة

5-1-السنة النجمية

هي الفترة الزمنية التي تستغرقها الشمس والأجرام السماوية الأخرى للعودة إلى نفس الموضع النسبي في السماء. وتختلف السنة النجمية عن السنة الميلادية المستخدمة في التقويم الشمسي بشكل يصل إلى حوالي 20 دقيقة، مما يعني أنه يتطلب حوالي 70 سنة لاختلاف بين السنتين.

وتعتمد السنة النجمية على استخدام موقع الشمس في النظام الكوني، حيث يتم تحديد بداية السنة النجمية بتحديد وقت الانقلاب الشمسي الربيعي الذي يحدث حوالي 20–21 مارس في كل عام. ويمكن تحديد الانقلاب الشمسي بمراقبة مسار الشمس في السماء، حيث يصل مركز الشمس إلى خط الاستواء السماوي ويتجه نحو الشمال الحقيقي، مما يعني بدء فصل الربيع في نصف الكرة الأرضية الشمالي وبدء فصل الخريف في نصف الكرة الأرضية الجنوبي.

5–2–السنة المدارية

هي الفترة الزمنية التي تستغرقها الأرض للقيام بدورة كاملة حول الشمس، وتعتبر هذه الفترة هي الأساس للتقاطع بين السنة الشمسية والسنة القمرية وتحديد المناسبات الدينية والاجتماعية والزراعية والصناعية والتجارية.

وتحدث السنة المدارية نتيجة لحركة الأرض حول الشمس في مدارها البيضاوي، وتختلف مدتها عن السنة النجمية المذكورة سابقًا، حيث تستغرق السنة المدارية حوالي 365 يومًا و 6 ساعات و 9 دقائق و 9.54 ثانية، وتسمى هذه الفترة بالسنة المدارية الاستوائية.

وتتفاوت مدة السنة المدارية بين الدول والثقافات والأديان، حيث تستخدم بعض الدول التقويم الشمسي المداري، بينما تستخدم العديد من الثقافات والأديان التقويم القمري والذي يعتمد على دورات القمر حول الأرض.

5–3–السنة الكسوفية

هي الفترة الزمنية التي تستغرقها الأرض للعودة إلى نفس الموضع النسبي بين الشمس والقمر، حيث يحدث الكسوف الشمسي أو الكسوف القمري. وتتراوح مدة السنة الكسوفية بين 346.62 يومًا إلى 355.71 يومًا، وهي مدة أقصر من السنة المدارية وأطول من السنة النجمية.

وتحدث الكسوفات الشمسية والقمرية بسبب تداخل حركة الأرض والقمر والشمس في مساراتهم الكونية، حيث يحدث الكسوف الشمسي عندما يمر القمر بين الأرض والشمس ويتحرك بالكامل على قرص الشمس، ما يتسبب في حجب أشعة الشمس وظهور ظلام شديد في منطقة محددة على سطح الأرض، ويحدث الكسوف القمري عندما يمر القمر خلف الأرض وتحجب الأرض الشمس عن القمر، ما يتسبب في ظهور القمر باللون الأحمر بسبب انعكاس أشعة الشمس على الغلاف الجوي للأرض.

ويمكن التنبؤ بمواعيد الكسوفات الشمسية والقمرية بدقة عالية باستخدام الحسابات الفلكية، وتتوفر هذه المعلومات للجمهور من خلال المؤسسات الفلكية ومواقع الإنترنت المتخصصة.

مثال:

-تحديد أوقات الصلاة

أوقات الصلاة تختلف حسب المنطقة الجغرافية والتوقيت الزمني للدول والمدن المختلفة في العالم. وعموماً، تتم حساب أوقات الصلاة وفقاً للتقويم الهجري وتختلف حسب فصل السنة وطول النهار والليل في المنطقة المحددة.

وفيما يلي بعض الأوقات المتداولة للصلاة في العالم الإسلامي:

صلاة الفجر: تبدأ عند طلوع الفجر وتنتهي قبل طلوع الشمس.

صلاة الظهر: تبدأ عند ارتفاع الشمس إلى وسط السماء وتنتهي قبل الظل الحاد عند الجدران.

صلاة العصر: تبدأ بعد زوال الظل الحاد وتنتهي قبل غروب الشمس.

صلاة المغرب: تبدأ بعد غروب الشمس وتنتهي قبل آذان العشاء.

صلاة العشاء: تبدأ بعد آذان العشاء وتنتهي قبل منتصف الليل.

يمكن الحصول على أوقات الصلاة المحددة لأي منطقة معينة من خلال العديد من التطبيقات والمواقع على الإنترنت التي توفر جداول الصلاة والتوقيتات الدقيقة والتي تم حسابها باستخدام المعلومات الجغرافية والفلكية للمنطقة المحددة.

- قيمة زاوية الميقات لكل صلاة في الجزائر

قيمة زاوية الميقات تختلف حسب المنطقة الجغرافية والتوقيت الزمني للدول والمدن المختلفة في العالم. وفي الجزائر، يمكن تحديد قيم زوايا الميقات لكل صلاة حسب المنطقة التي يتواجد فيها المصلي.

وفيما يلي بعض الأمثلة على قيم زوايا الميقات الشائعة في بعض المدن الجزائرية:

صلاة الفجر: زاوية الميقات في الجزائر العاصمة هي 18 درجة شرقاً من الشمال.

صلاة الظهر: زاوية الميقات في الجزائر العاصمة هي 90 درجة شرقاً من الشمال.

صلاة العصر: زاوية الميقات في الجزائر العاصمة هي 90 درجة غرباً من الشمال.

صلاة المغرب: زاوية الميقات في الجزائر العاصمة هي 0 درجة.

صلاة العشاء: زاوية الميقات في الجزائر العاصمة هي 18 درجة غرباً من الشمال.

ويجب على المصلي البحث عن الزوايا المحددة للمنطقة التي يتواجد فيها من خلال تطبيقات ومواقع الصلاة المتاحة على الإنترنت لتحديد الزاوية الدقيقة للميقات لكل صلاة في مدينته.

-كيفية حساب مواقيت الصلاة

تهدف هذه الدراسة إلى بيان كيفية حساب مواقيت الصلاة، وبيان العوامل المؤثرة عليها من جوية وجغرافية، و يشار في الدراسة إلى بعض الآراء الفقهية المتعلقة بمواقيت الصلاة.

بالنسبة لحساب مواقيت الصلاة بدقة عادية، تكون زاوية سمت الرأس على النحو التالي:

-لصلاة الفجر: 90 ° + 18° = 108°

-لشروق الشمس: 90 + °نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار = 90.83333°

-لصلاة الظهر: يتم حساب موعد صلاة الظهر مباشرة المعادلة محدد

-لصلاة العصر: يتم حساب زاوية سمت الرأس باستخدام المعادلة محدد

-لصلاة المغرب: 90 + °نصف قطر الشمس الظاهري + الانكسار = 90.83333°

- لصلاة العشاء: 90 ° + 18° = 108°

ملاحظة

-العوامل المؤثرة على مواقيت الصلاة

توجد العديد من العوامل التي تؤثر على مواقيت الصلاة، ومن أهم هذه العوامل:

1 -حركة الشمس: تعتمد مواقيت الصلاة بشكل كبير على حركة الشمس وموقعها في السماء. فمثلاً، يتم تحديد وقت صلاة الظهر بناءً على وقت مرور الشمس في المنتصف السماوي بعد الزوال.

2 -حركة القمر: تؤثر حركة القمر أيضاً على مواقيت الصلاة، حيث يتم تحديد وقت صلاة العشاء بناءً على وقت غروب الشمس وانخفاض القمر إلى مكانه المناسب.

3 –التوقيت الزمني: يؤثر التوقيت الزمني للمنطقة على مواقيت الصلاة، حيث يتم تحديد مواقيت الصلاة بناءً على وقت الشروق والغروب في المنطقة المحددة.

4 –المنطقة الجغرافية: تختلف مواقيت الصلاة حسب المنطقة الجغرافية التي يتواجد فيها المصلي، حيث تختلف مواقيت الصلاة في الجزيرة العربية عن مواقيت الصلاة في الدول الأوروبية أو الأمريكية.

5 –الارتفاع عن سطح البحر: يؤثر ارتفاع المنطقة عن سطح البحر على مواقيت الصلاة، حيث يجب إجراء تعديلات على وقت الصلاة في المناطق ذات الارتفاع العالي نسبياً.

6 –الظروف الجوية: تؤثر الظروف الجوية كالضباب والغيوم والأمطار على مواقيت الصلاة، حيث يجب تعديل وقت الصلاة في حالة عدم وضوح الرؤية وعدم قدرة المصلي على رؤية الشمس أو القمر.

ملاحظة:

الفجر الصادق هو الوقت الذي يبدأ فيه الفجر الحقيقي الذي يمكن رؤيته في السماء، وهو عندما يظهر الضوء الأبيض الخفيف في الأفق الشرقي. وهذا يحدث قبل شروق الشمس بفترة معينة تختلف حسب المكان والوقت.

أما الفجر الكاذب فهو الوقت الذي تظهر فيه الضوء الأحمر في الأفق الشرقي بعد انقضاء الفجر الصادق، ويعتمد هذا الوقت على حسابات فلكية ولا يمكن رؤيته بالعين المجردة.

ويتم اعتماد الفجر الصادق في تحديد وقت صلاة الفجر في الإسلام، حيث يجب أن يتم الأذان قبل طلوع الشمس بحوالي 15–20 دقيقة، ويعتبر الصلاة صحيحة إذا صليت في هذا الوقت.

أما الفجر الكاذب فلا يؤخذ بعين الاعتبار في تحديد وقت صلاة الفجر، ولا يجوز تأجيل صلاة الفجر حتى هذا الوقت، لأن الشمس قد طلعت وبدأ الوقت الفعلي لصلاة الفجر قد انتهى.

6–الرزنامات أو التقويمات

هناك العديد من التقويمات المنتشرة في العالم، ولكن ليس جميعها على الأهمية بمكان بالدرجة الواحدة من جميع الأمم، وكذلك ليست جميعًا في الأخذ بأساس التقويم، فمنها ما يأخذ بالتقويم الشمسيّ كأساس للتقويم، والآخر يأخذ بالتقويم القمريّ كأساس للتقويم، ولذا يمكننا تناول أهمّ تلك التقويمات وهي:

6-1-التقويم الشمسي

هو نوع من التقاويم يعتمد على دوران الأرض حول الشمس ويتم تحديد الأيام والأشهر والسنوات وفقًا للحركة الظاهرية للشمس والقمر والكواكب الأخرى في السماء.

يتم استخدام التقويم الشمسي في معظم دول العالم اليوم، ويتم تقسيم السنة الشمسية إلى 12 شهرًا تقريبًا، حيث تتراوح مدة الشهر بين 28 و 31 يومًا، باستثناء شهر فبراير الذي يتكون من 28 يومًا في السنوات العادية و29 يومًا في السنوات الكبيسة.

ويتم تعديل التقويم الشمسي من وقت لآخر لتحسين دقته، حيث تم إجراء العديد من التعديلات على التقويم الشمسي عبر التاريخ لتحسين دقته، مثل إضافة يوم كبيسة كل 4 سنوات.

6-1-1-كيف تم تحديد التقويم الشمسي

تم تحديد التقويم الشمسي عبر مراقبة حركة الأرض حول الشمس والحسابات الفلكية التي تتعلق بهذه الحركة، وتم تطوير هذا النظام في مصر القديمة وبابل واليونان القديمة. وفي العصور الوسطى، تم تحسين التقويم الشمسي بواسطة العلماء المسلمين مثل الخوارزمي والبيروني، وتم تطويره بعد ذلك بواسطة العلماء الأوروبيين.

يستند التقويم الشمسي إلى متوسط فترة الدوران الكامل للأرض حول الشمس، والتي تقريبًا تساوي 365.24 يوم. وتم تقسيم هذه الفترة إلى 12 شهرًا، بحيث تتراوح مدة الشهر بين 28 و 31 يومًا. ولمعالجة الفرق البسيط بين الفترة الفعلية للدوران الكامل للأرض حول الشمس ومدة السنة المعتمدة في التقويم الشمسي، يتم إضافة يوم كبيسة إلى السنة الشمسية كل 4 سنوات.

على الرغم من أن التقويم الشمسي هو نظام قياس الوقت الأكثر استخداماً في العالم اليوم، إلا أنه ليس مثالياً ولا يعتبر دقيقاً بنسبة 100٪، وبسبب التغييرات في حركة الأرض والقمر والكواكب الأخرى في السماء، قد يحتاج إلى التعديل بين الحين والآخر.

6-1-2-ماهي النجوم التي تم بها تحديد التقويم الشمسي

تم تحديد التقويم الشمسي بالاعتماد على الحركة الظاهرية للشمس في السماء وتحديد مواقعها خلال العام. ويعتمد ذلك على النجوم التي تظهر خلال الليل وتستخدم كنقاط مرجعية لتحديد مواقع الكواكب والشمس والقمر في السماء.

ومن النجوم الرئيسية التي استخدمت لتحديد التقويم الشمسي هي **النجم الساطع "سيريوس"** والذي يعتبر أكثر النجوم سطوعاً في السماء الليلية، كما تم استخدام **النجم "بولاريس"** الذي يعتبر النجم الشمالي المرجعي للملاحة والتي استخدمتها الحضارات القديمة في تحديد مواقعها في الكرة الأرضية.

كما تم استخدام أيضاً النجوم الأخرى مثل "الجبار" و"المرأة الناشئة" و"القلب" و"العقرب" وغيرها.

6-2-التقويم الهجري

هو التقويم الذي يستخدم في العالم الإسلامي ويعتمد على دورات القمر حول الأرض. ويتألف التقويم الهجري من 12 شهراً، ويبدأ العام الهجري بشهر محرم وينتهي بشهر ذو الحجة، وتختلف مدة الشهور الهجرية بين 29 و 30 يومًا، وتحدد وفقاً لرصد هلال الشهر.

ويعود تاريخ بدء التقويم الهجري إلى هجرة الرسول محمد صلى الله عليه وسلم من مكة إلى المدينة، وتم اعتماده كتقويم رسمي للدول الإسلامية منذ القرن الثاني عشر الميلادي.

وبسبب اختلاف مدة الشهور الهجرية عن السنة الشمسية، فإن بداية العام الهجري تتحرك بين السنة الشمسية بنحو 11 يوماً، ولذلك يختلف تاريخ بداية العام الهجري من عام إلى آخر بالتزامن مع السنة الشمسية. وتستخدم الدول الإسلامية حالياً طرقاً مختلفة لتحديد بداية العام الهجري، ويعتمد الخلاف في ذلك على الرؤية المرئية لهلال الشهر الجديد، أو حسابات فلكية دقيقة.

6-2-1-كيف تم تحديد التقويم الهجري

تم تحديد التقويم الهجري بالاعتماد على الحركة الظاهرية للقمر في السماء وتحديد مواقعه خلال العام. ويتم ذلك باستخدام النجوم والكواكب الأخرى كنقاط مرجعية لتحديد مواقع القمر في السماء.

ولكن لم يتم استخدام نجوم محددة بشكل خاص لتحديد التقويم الهجري. بدلاً من ذلك، كان يعتمد على الرصد المباشر للقمر وتحديد مواقعه في السماء بالنسبة للمراقبين في المناطق المختلفة.

ويتم استخدام التقويم الهجري في العالم الإسلامي لتحديد أوقات الصلاة وشهور العبادة والأعياد والمناسبات الدينية الأخرى، ويعتمد على الحسابات الفلكية لتحديد بداية كل شهر في السنة الهجرية.

6-3-التقويم اليولياني

هو نظام التقويم الذي تم استخدامه في العالم الغربي قبل التقويم الغريغوري. ويتكون التقويم اليولياني من 365 يومًا في السنة الواحدة، ويشتمل على يوم كبيسة واحد في كل 4 سنوات.

ويعود تاريخ تحديد التقويم اليولياني إلى العهد الروماني، حيث قام الإمبراطور يوليوس قيصر بتعديل التقويم الروماني الذي كان يستخدم في ذلك الوقت، وأطلق عليه اسم التقويم اليولياني نسبةً إليه. وبموجب هذا التقويم، تبلغ مدة السنة 365.25 يومًا، ولذلك تم إضافة يوم إضافي كل 4 سنوات، وتحديد يوم 29 فيفري كيوم كبيسة.

واستخدم التقويم اليولياني في العالم الغربي لأكثر من 1600 عام، وكان يستخدم في الكنيسة المسيحية والحياة العامة، حتى تم استبداله بالتقويم الغريغوري في القرن السادس عشر بعد الميلاد. ويلاحظ أن التقويم اليولياني كان يحتاج إلى إصلاح بسبب الانحراف في الزمن، حيث كان يتأخر بشكل تدريجي عن الدورة الفعلية للأرض حول الشمس، وتم تصحيح هذا الانحراف في التقويم الغريغوري.

6-3-1-كيف تم تحديد التقويم اليولياني

تم تحديد التقويم اليولياني في عام 45 قبل الميلاد على يد الإمبراطور الروماني يوليوس قيصر. وقد قام قيصر بإصدار مرسوم بإجراء تعديلات على التقويم الروماني السابق لتحسين دقته ومواءمته مع الحركة الفلكية للأرض.

وتمثلت هذه التعديلات في إضافة يوم كامل إلى شهر فبراير كل 4 سنوات (بما في ذلك السنة الزائدة)، مما أدى إلى زيادة متوسط طول السنة الشمسية إلى 365.25 يوم. وتمت إطلاق اسم التقويم اليولياني على هذا التقويم تكريمًا للإمبراطور يوليوس قيصر.

وظل التقويم اليولياني في استخدام واسع حتى عام 1582، عندما قام البابا جريجوريوس الثالث بإجراء تعديلات إضافية عليه لتصحيح الخطأ الذي أدى إلى تقدم التقويم اليولياني عن الحركة الفلكية للأرض. وأدت هذه التعديلات إلى إنشاء التقويم الغريغوري الذي يستخدم حاليًا في العالم الغربي وغيره من المناطق.

6-3-2-النجوم التي تم بها تحديد التقويم اليولياني

تم تحديد التقويم اليولياني عن طريق تحديد مواعيد ظهور بعض النجوم في السماء، والتي تعتبر مهمة في تحديد مواسم السنة ومواعيد الأعياد. ولكن ليس هناك نجوم محددة معينة تم تحديد التقويم اليولياني بها، بل كانت هناك العديد من النجوم المهمة المستخدمة في ذلك، ومن بينها النجم الساطع سيريوس (Sirius) والنجم ألجول (Alghoul) والنجم الساطع كانوبس (Canopus) والنجم الساطع أركتوروس (Arcturus) والنجم الساطع بولوكس (Pollux) والنجم الساطع كاستور (Castor) والنجم الساطع

الرئيس (Regulus) والنجم الساطع دينب (Deneb) والنجم الساطع الكريب (Alcor) والنجم الساطع الرشتا (Alrescha)، وغيرها من النجوم التي تم استخدامها في تحديد التقويم اليولياني.

6-4-التقويم الغريغوري

هو نظام التقويم الذي يستخدمه معظم الدول في العالم اليوم. وهو يعتمد على دورة الأرض حول الشمس، حيث يبلغ مدة العام في هذا التقويم 365 يومًا، مع احتساب يوم إضافي في كل 4 سنوات، ويطلق عليه العام الكبيسي.

يعود تاريخ تحديد التقويم الغريغوري إلى القرن السادس عشر، حيث قام البابا غريغوري الثالث عشر بإصدار قرار يقضي بتعديل التقويم اليولياني الذي كان يستخدم في ذلك الوقت. وقد كان التقويم اليولياني يعتمد على دورة الأرض حول الشمس، ويتأخر بيوم كل 128 عامًا بسبب عدم احتساب اليوم الكبيسي بشكل صحيح، مما أدى إلى تأخر المواسم مع مرور الوقت.

وأدى تعديل التقويم اليولياني إلى تحديد يوم 4 أكتوبر 1582م كآخر يوم في هذا التقويم، وبعدها تم تغيير التقويم إلى التقويم الغريغوري، حيث تم إضافة يوم إضافي في كل 4 سنوات، ولكن مع استثناء الأعوام القابلة للقسمة على 100 ولكن ليست على 400، مثل عام 1900، الذي لم يكن عامًا كبيسيًا، ولكن العام 2000 كان عامًا كبيسيًا.

يستخدم التقويم الغريغوري في العديد من المجالات، بما في ذلك المجالات الحكومية والتجارية والدينية. كما أنه يستخدم في تحديد المناسبات الاجتماعية والثقافية والدينية في معظم دول العالم.

6-5-التقويم الميلادي

هو نظام التقويم الذي يعتمد عليه العالم الغربي والكثير من الدول حول العالم، ويتميز بأنه يبدأ من تاريخ ميلاد المسيح، ولذلك يطلق عليه أيضًا التقويم المسيحي.

ويتألف التقويم الميلادي من 12 شهرًا، حيث يبدأ العام بشهر يناير وينتهي بشهر ديسمبر، وكل شهر يتألف من عدد مختلف من الأيام حسب التقويم المعتمد. وتتميز السنة الميلادية بأنها تتألف عادةً من 365 يومًا، باستثناء السنوات الكبيسة التي تتكون من 366 يومًا، ويتم إضافة يوم كبيسة في شهر فيفري كل 4 سنوات.

وتم اعتماد التقويم الميلادي رسميًا في القرن السادس عشر، وذلك بعد إصلاح التقويم اليولياني ليتوافق مع الدورة الزمنية للأرض حول الشمس، وهو التقويم الذي يعتمده العالم الغربي والكثير من دول العالم حتى

يومنا هذا. وتختلف بعض الدول في بعض الأحيان في استخدام بعض الأعياد والتقاليد في العام الجديد، ولكنها تستخدم بشكل عام نظام التقويم الميلادي كأساس لتنظيم الأحداث والأعياد.

ملاحظة

التقويم الميلادي والتقويم الغريغوري هما نظامان للتقويم المستخدمين في العالم الغربي. ومع ذلك، فهما ليسا مختلفين بشكل جوهري، حيث يعتبر التقويم الغريغوري إحدى الإصدارات الأكثر استخداماً من التقويم الميلادي.

التقويم الميلادي هو نظام تقويم مبني على تقسيم الوقت إلى سنوات من 365 يومًا و6 ساعات وبدأ استخدامه في روما القديمة. ومن المعروف أيضًا باسم التقويم الشمسي. أما التقويم الغريغوري فهو تعديل على التقويم الميلادي أُدخِل في القرن السادس عشر عندما قام البابا جريجوري الثالث بإجراء تعديلات عليه لتقليل الخطأ في حساب التقويم بناءً على مراقبات علماء الفلك الحديثة للأرض وحركتها.

يعتبر التقويم الغريغوري تعديلًا على التقويم الميلادي حيث قام بإضافة قواعد جديدة للتعامل مع السنوات الكبيسة. وفي هذا النظام، يتم إضافة يوم إضافي إلى شهر فبراير كل 4 سنوات. وهذا يختلف عن التقويم الميلادي الذي يحتفظ بتقسيم السنة إلى 365 يومًا و6 ساعات فقط.

علاوة على ذلك، فإن التقويم الغريغوري يتم استخدامه على نطاق واسع في العالم الغربي، في حين يستخدم التقويم الميلادي بشكل أساسي في العالم الإسلامي والعالم الشرقي.

6-6-التقويم الصيني

هو نظام تقويم يستخدم في الصين والدول الآسيوية الأخرى مثل كوريا وفيتنام واليابان. يعتمد هذا التقويم على الدورة القمرية والدورة الشمسية، ويبدأ العام الجديد في اليوم الذي يتوافق مع القمر الجديد في الشهر الذي يسمى بوضع الربيع، والذي يتراوح بين 21 يناير و20 فبراير.

يتكون التقويم الصيني من 12 شهرًا، ويحتوي كل شهر على 29 أو 30 يومًا، ويتم تحديد بداية كل شهر بناءً على حسابات فلكية للدورة القمرية. وبسبب الفرق بين الدورة القمرية والدورة الشمسية، يتضمن التقويم الصيني عامًا مزدوجًا كل 60 عامًا.

ويتميز التقويم الصيني بأنه يتضمن دورة 12 عامًا تسمى دورة الحيوانات، حيث يرمز كل عام في هذه الدورة إلى حيوان معين، مما يشكل جزءًا من تراث وثقافة الصين العريقة.

ويحتفل الصينيون بعدد كبير من المناسبات والأعياد الوطنية والدينية والثقافية طوال العام، بما في ذلك عيد الربيع (رأس السنة الصينية) ومهرجان الأمانة ومهرجان الشمس وغيرها الكثير.

6-7-التقويم القبطي

وهو من التأريخ الفرعونيّ، ومازالت تستعمله بعض الكنائس الشرقيّة الأرثوذكسيّة، وكذلك يستعمله الفلاح المصريّ لمعرفة بدايات زراعاته وحصادها، ويتكوّن من الشهور التالية على الترتيب:

توت (سبتمبر)- بابة (أكتوبر) - هاتور (نوفمبر) - كيهك (ديسمبر) - طوبة (يناير) - أمشير (فبراير) - برمهات (مارس) - برمودة (أبريل) - بشنس (مايو) - بؤونة (يونيو) - أبيب (يوليو) - مسري (أغسطس) ، وشهر النسئ، وهو الشهر الثالث عشر الذي لا يقابله شهر آخر.

علمًا بأن الشهر القبطيّ يضم النصف الأخير من الشهر الميلاديّ السابق، والنصف الأول من الشهر اللاحق تقريبًا.

7-التحويل بين التقويم الهجري للميلادي

كيفيّة تحويل التاريخ

من أشهر التقويمات التي نقابلها ونتعامل بها في حياتنا العمليّة، هما التقويم الميلاديّ (أساسه الدورة الشمسيّة)، والتقويم الهجريّ (أساسه الدورة القمريّة)، وبين التاريخين توجد علاقة رياضية يمكن الاستفادة منها عند تحويل التاريخ كالآتي:

- **السنة الأولى الهجريّة:** تقابل السنة الأولى الهجريّة سنة 622 ميلاديّة، (انظر نبذة عن بعض أنواع التقويم) من ذات المقال.
- **الفارق بين التقويمين:** السنة الميلاديّة تزيد عن السنة الهجريّة بالمقدار الذي يساوي 365 - 354 = 11 يومًا، والذي يعادل 3٪ تقريبًا، أي أنّ السنة الهجريّة تعادل 97٪ من السنة الميلاديّة، وبذلك يمكننا التحويل بين التقويمين بكلّ سهولة، وذلك باتّباع الخطوات الآتية:

أوّلًا: عند التحويل من الميلاديّ إلى الهجريّ

1. أوجد الفارق بين السنة الميلاديّة والثابت 622.
2. قم بقسمة هذا الناتج على الثابت 0.97، يكون الناتج هو السنة الهجريّة، مع التقريب لأقرب وحدة.

ثانيًا: عند التحويل من الهجريّ إلى الميلاديّ

1. قم بضرب التاريخ الهجريّ في الثابت 0.97، مع التقريب لأقرب وحدة.
2. اجمع الناتج من رقم (1) مع الثابت 622، يصبح الناتج هو السنة الميلاديّة.

تطبيقات: (استرشد بالعلاقة الرياضيّة السابقة):

مثال (1): حوّل سنة 1998م إلى تاريخ هجري.

الحلّ:

الخطوة الأولى: 1998 − 622 = 1376.

الخطوة الثانية: 1376 ÷ 0.97 = 1419هـ.

إذًا سنة 1998م تقابل سنة 1419هـ.

ملاحظة: اتّبع قاعدة التقريب، أقل من 0.5 يُحذف، و0.5 فأكثر يضاف بواحد صحيح.

مثال(2): حوّل سنة 1415هـ إلى تاريخ ميلاديّ.

الحلّ:

الخطوة الأولى: 1415 × 97٪ = 1373.

الخطوة الثانية: 1373 + 622 = 1995م.

إذًا سنة 1415هـ تقابل سنة 1995م.

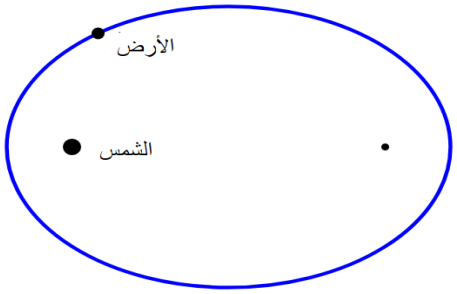
الدرس الرابع: قوانين كيبلر وقانون الجذب العام

مقدمة

قوانين كيبلر هي مجموعة من القوانين التي وضعها عالم الفلك الألماني يوهانس كيبلر في القرن السابع عشر، والتي تصف حركة الكواكب حول الشمس. وتعتبر هذه القوانين من أهم المساهمات في تاريخ علم الفلك، وهي تشكل أساساً لفهم حركة الأجرام السماوية وتحديد مواقعها.

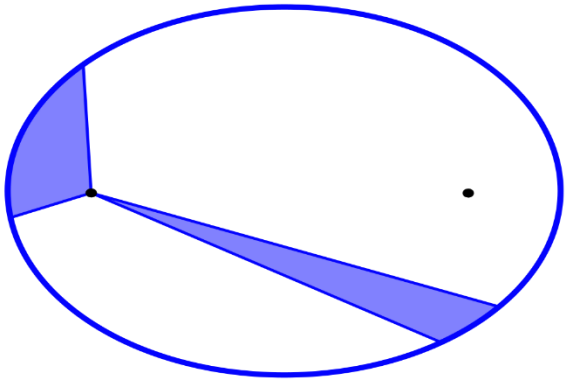
1-قوانين كيبلر

القانون الأول الذي ينص على أن مدار كل كوكب هو بمثابة إهليلجي، مما يعني أن مسافته عن الشمس تتغير خلال دورته، حيث يكون الكوكب أحياناً أقرب إلى الشمس وأحياناً أبعد عنها.



الشكل 5: قانون كيبلر واضعاً الشمس في بؤرة مدار القطع الناقص.

أما القانون الثاني، فيقول إن الخط الذي يصل بين الشمس والكوكب يساوي المساحة التي يقطعها الخط بين الكوكب والشمس خلال وحدة الزمن، وهذا يعني أن السرعة الزاوية للكوكب تزيد عندما يقترب من الشمس وتقل عندما يبتعد عنها.



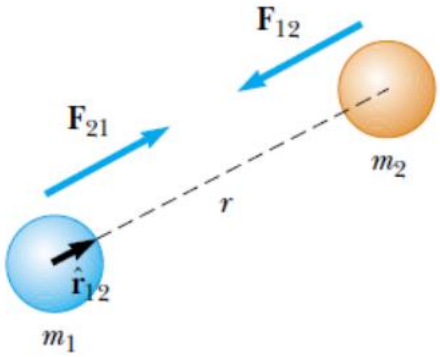
الشكل 6: قانون كيبلر الثاني.

ويأتي القانون الثالث الذي ينص على أن مربع فترة دورة الكوكب حول الشمس يتناسب مع مكعب متوسط بعد الكوكب عن الشمس. ويعني هذا أن الأجسام السماوية التي تبعد عن الشمس أكثر تستغرق فترة أطول لإكمال دورة كاملة حولها، وكلما كانت أقرب إلى الشمس، كانت فترة دورتها أقصر.

تتكامل هذه القوانين مع بعضها البعض لتشكل نظرية كاملة لحركة الكواكب حول الشمس، وقد أثبتت هذه القوانين صحتها ودقتها بشكل كبير.

2-قانون الجذب العام وتطبيقاته

قانون الجذب العام (أو القانون الثالث لنيوتن) هو قانون في الفيزياء الذي يصف الجاذبية بين الأجسام المتفاعلة. يقول القانون إن كل جسم في الكون يجذب الأجسام الأخرى بقوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما، وتتناسب مع كتلة كل جسم. بمعنى آخر، كلما زادت كتلة الجسم، زادت قوته الجاذبية، وكلما زادت المسافة بين الأجسام، قلت القوة الجاذبية بينهما.



الشكل 7: قانون الجذب العام لنيوتن.

يعد قانون الجذب العام من أهم القوانين في الفيزياء، ويمكن استخدامه لتفسير حركة الأجرام السماوية في الفضاء. كما أنه يعد جزءًا من نظرية الجاذبية العامة التي وضعها ألبرت أينشتاين في القرن العشرين، والتي توضح علاقة الجاذبية بالمسافة والزمن والكتلة.

تطبيقات قانون الجذب العام

يعتبر قانون الجذب العام واحدًا من أهم القوانين في علم الفلك والفيزياء الفلكية، وله العديد من التطبيقات المختلفة، من بينها:

1 –تحديد مسار حركة الكواكب حول الشمس: يمكن استخدام قانون الجذب العام لتحديد حركة الكواكب ومسارها حول الشمس. حيث يمكن حساب الجاذبية بين الكواكب والشمس واستخدامها لتحديد مسارات حركة الكواكب.

2 –تحديد كتلة الكواكب: يمكن استخدام قانون الجذب العام لتحديد كتلة الكواكب، حيث يتم قياس الجاذبية بين الكوكب وجسم آخر، مثل القمر، ومن خلال حساب هذه الجاذبية يمكن تحديد كتلة الكوكب.

3 –دراسة الظواهر الفلكية: يمكن استخدام قانون الجذب العام لدراسة الظواهر الفلكية المختلفة، مثل حركة الكواكب والنجوم، وكذلك لدراسة الظواهر الأخرى مثل الثقوب السوداء والمجرات.

4 –تحديد كتلة النجوم: يمكن استخدام قانون الجذب العام لتحديد كتلة النجوم، حيث يتم قياس الجاذبية بين النجم وجسم آخر، ومن خلال حساب هذه الجاذبية يمكن تحديد كتلة النجم.

5 –تحديد كتلة الثقوب السوداء: يمكن استخدام قانون الجذب العام لتحديد كتلة الثقوب السوداء، حيث يتم قياس الجاذبية بين الثقب الأسود وجسم آخر، ومن خلال حساب هذه الجاذبية يمكن تحديد كتلة الثقب الأسود.

6– دراسة حركة الأقمار الصناعية: يمكن استخدام قانون الجذب العام لدراسة حركة الأقمار الصناعية وحساب مساراتها ومواقعها في الفضاء. فمن خلال حساب قوة الجذب بين الأقمار الصناعية والكوكب الذي تدور حوله، يمكن تحديد السرعة المطلوبة للحفاظ على حركة الأقمار في مسارها وتجنب الاصطدام بالكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية. كما يمكن استخدام قانون الجذب العام لتحديد الزمن اللازم لنقل الأقمار الصناعية بين مدارات مختلفة، أو لتصحيح مسارها إذا كانت تنحرف عن مسارها المخطط له.

الدرس الخامس: أجهزة قياس المسافات الفلكية وأجهزة المشاهدات

مقدمة

يعد قياس المسافات الفلكية من أهم المجالات في علم الفلك، حيث يساعد على فهم أبعد الأجرام السماوية والكواكب والمجرات. ومن أهم الأدوات التي تستخدم في قياس المسافات الفلكية هي **المقياس الزاوي** و**البرومتر...الخ**. ويمكن استخدام هذه الأدوات لقياس المسافات إلى الكواكب داخل المجموعة الشمسية، ولكن تصبح أدوات أكثر تعقيدًا ودقة عندما يتعلق الأمر بالمجرات البعيدة والأجرام الفلكية الأخرى في الكون. وتتطلب العديد من تقنيات قياس المسافات الفلكية المستخدمة حاليًا استخدام الأقمار الصناعية والأدوات الحديثة الأخرى مثل المسح الضوئي والليزر وتقنيات الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء.

1-الأدوات التي تستخدم في قياس الأبعاد الفلكية

تحتاج دراسة الكون وقياس الأبعاد الفلكية إلى استخدام أدوات مختلفة ومتنوعة. ومن بين الأدوات الأساسية التي تستخدم في قياس المسافات الفلكية:

1-1-المقياس الزاوي الفلكي

هو أحد الأدوات الهامة في علم الفلك لقياس الزوايا في السماء. يتكون هذا المقياس عادةً من دائرة مقسومة إلى درجات ودقائق وثوانٍ، ويتم تحريكه حول محور مركزي يحدد موضع الجسم السماوي المطلوب قياس زاويته. يستخدم هذا المقياس في عدة تطبيقات، مثل:

1 -حساب مواقع الأجرام السماوية: يمكن استخدام المقياس الزاوي الفلكي لتحديد موقع الأجرام السماوية مثل الكواكب والنجوم والمجرات في السماء.

2 -قياس زوايا الفلكية: يستخدم المقياس الزاوي الفلكي لقياس زوايا الفلكية بين الأجرام السماوية، مثل زوايا الارتفاع والعرض المستقيم وزوايا الانحدار.

3 -حساب المسافات الفلكية: يستخدم المقياس الزاوي الفلكي لحساب المسافات الفلكية بين الأجرام السماوية، حيث يتم استخدام تقنية قياس الزوايا المسافية لحساب المسافات بين الأجرام السماوية.

4 -تحديد مدارات الأجرام السماوية: يمكن استخدام المقياس الزاوي الفلكي لتحديد مدار الأجرام السماوية، مثل الكواكب والأقمار الصناعية، بمقارنة مواقعها في السماء على مدى فترات زمنية محددة.

1-2-البرومتر الفلكي

هو جهاز يستخدم لقياس زوايا صغيرة جداً في السماء، وهو أحد أهم الأدوات التي يستخدمها علماء الفلك في قياس المسافات الفلكية. يتألف البرومتر الفلكي من مجسين يتم وضعهما على بعد معروف عن بعضهما البعض، ويستخدم لقياس الزوايا الصغيرة جداً بين الأجرام السماوية، مثل النجوم أو الكواكب أو المجرات. ويتم ذلك عن طريق تحريك المجسين بحيث تتغير الزاوية بينهما، ومن ثم يتم قياس هذه الزاوية باستخدام مقياس زاوي.

يعتمد عمل البرومتر الفلكي على قياس الزوايا الصغيرة جداً، حيث يمكن استخدامه لقياس زوايا تتراوح بين الجزء من القوس الواحد من الدائرة إلى أقل من ذلك، ويعتبر ذلك مهماً لتحديد المسافات بدقة في الفضاء السماوي. ويستخدم البرومتر الفلكي في العديد من المهام الفلكية، مثل قياس المسافات بين النجوم وبين الكواكب في المجموعة الشمسية، وقياس مسافات المجرات البعيدة.

1-3-المناظير الفلكية

وتستخدم لتحديد موقع الأجسام السماوية وقياس زوايا الانحراف الزاوي للجسم السماوي بالنسبة لمحور الأرض. وتتضمن المناظير الفلكية عدة أنواع مثل المناظير اللاقطة والمناظير الانعكاسية.

1 -التلسكوبات: وهي أدوات فلكية متطورة تستخدم للرصد والتصوير الفلكي ولقياس المسافات الفلكية، وتنقسم التلسكوبات إلى عدة أنواع مثل التلسكوب البصري والتلسكوب الراديوي والتلسكوب الفضائي.

2 -الأقمار الصناعية: وتستخدم لقياس المسافات الفلكية ودراسة حركة الأجسام السماوية، حيث تحدد موقع الأجسام السماوية بدقة عالية وتقيس حركتها بالنسبة للأرض.

3 -الأدوات اللاسلكية: وتستخدم في قياس المسافات الفلكية وتتضمن عدة أدوات مثل الراديو والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية.

4 -النجوم القياسية: وهي مجموعة من النجوم التي تعرف بدقة موقعها وحركتها، وتستخدم كنقاط مرجعية لقياس المسافات والحركات السماوية للأجسام الأخرى.

وتستخدم هذه الأدوات بشكل متكامل لقياس المسافات الفلكية ودراسة حركة الأجسام السماوية وتحديد خصائصها ومعرفة مزيد من المعلومات عن تركيبة الكون.

ملاحظة

المتر المربع الفلكي هو وحدة قياس تستخدم في الفلك لقياس مساحة السماء. يساوي المتر المربع الفلكي حوالي 1.183×10^16 متر مربع، أي أنه يعادل مساحة قطرها حوالي 3.26 سنوات ضوئية (حيث تسافر الضوء في الفراغ بسرعة 299,792,458 متر في الثانية). يستخدم هذا المقياس في الفلك لتقييس مساحة الكواكب والنجوم والمجرات والفضاء الخارجي بشكل عام.

2-التقنيات المستخدم لإنشاء صور ثلاثية الأبعاد للأجرام الفلكية

2-1-المسح الضوئي الفلكي

هو عملية جمع البيانات الضوئية من الفضاء باستخدام تلسكوبات فلكية. ويهدف هذا المسح إلى توفير صور ثلاثية الأبعاد للنجوم والمجرات والكواكب والأجرام الفلكية الأخرى في الفضاء، بحيث يمكن للعلماء دراسة تلك الأجسام وفهم تكوينها وحركتها وتطورها على مر الزمن.

تعتمد التقنيات المستخدمة في المسح الضوئي الفلكي على جمع الضوء من الأجرام الفلكية باستخدام تلسكوبات فلكية وتحويلها إلى إشارات رقمية. وتستخدم هذه الإشارات الرقمية لإنشاء صور ثلاثية الأبعاد للأجرام الفلكية، والتي يتم تخزينها وتحليلها باستخدام الحواسيب.

يتم تنفيذ المسح الضوئي الفلكي بواسطة مشاريع فلكية كبرى، مثل مشروع سلووان الفلكي ومشروع سلووان الفلكي 2 ومشروع جيميني ومشروع بان ستارز، وهذه المشاريع تتيح للعلماء فهم الكون بشكل أفضل وتحليل تلك الصور للحصول على معلومات جديدة عن المجرات والنجوم والكواكب والأجرام الفلكية الأخرى في الفضاء.

2-2-تقنية الليزر الفلكي

تقنية الليزر الفلكي هي تقنية تستخدم لقياس المسافات بين الأجسام الفلكية في الفضاء. تستخدم هذه التقنية للكشف عن تغيرات طفيفة في مسار الأجسام الفلكية بما في ذلك الكواكب والنجوم والمجرات.

يتم استخدام الليزر لإرسال شعاع ضوئي نحو الجسم الفلكي المراد قياس مسافته، ويتم قياس وقت الرد عندما يعود الشعاع الضوئي إلى التلسكوب. يتم حساب المسافة بواسطة معادلة السرعة والزمن ويتم حساب الفرق في مسار الشعاع الضوئي الذي يعود من الجسم الفلكي المراد قياس مسافته.

تستخدم تقنية الليزر الفلكي بشكل رئيسي لقياس المسافات الفلكية الكبيرة، مثل المسافات بين الأرض والقمر والأجرام الفلكية البعيدة في المجرات الأخرى. تساعد هذه التقنية على فهم تكوين الكون وتحركات الأجسام الفلكية وتتيح للعلماء فهم الظواهر الفلكية بشكل أفضل.

2-3-تقنيات الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء لرصد الفلكي

تقنية الأشعة السينية

تقنية الأشعة السينية تستخدم في الفلك لدراسة الأجسام الفلكية ذات الحرارة العالية والأحداث الكونية العنيفة، مثل النجوم النابضة والنجوم الثنائية والنجوم النيوترونية والثقوب السوداء والمجرات النشطة والانفجارات النجمية.

تعمل تقنية الأشعة السينية عن طريق تحويل الإشعاع السيني الذي ينبعث من الأجسام الفلكية إلى إشارات كهربائية يمكن قياسها. يتم استخدام تلسكوبات خاصة لجمع الأشعة السينية الصادرة عن الأجسام الفلكية وتحويلها إلى إشارات كهربائية. يتم تحليل هذه الإشارات للكشف عن المعلومات حول خصائص الأجسام الفلكية، مثل الحرارة والتكوين والحركة.

تقنية الأشعة تحت الحمراء

تعتمد تقنية الأشعة تحت الحمراء على الكشف عن الأشعة تحت الحمراء الصادرة من الأجسام الفلكية، والتي توفر معلومات حول الحرارة والتركيب الكيميائي للأجسام الفلكية وحركتها في الفضاء.

يعمل تلسكوب الأشعة تحت الحمراء عن طريق جمع الأشعة تحت الحمراء الصادرة من الأجسام الفلكية وتحويلها إلى إشارات كهربائية يمكن قياسها. يتم تحليل هذه الإشارات للكشف عن المعلومات حول خصائص الأجسام الفلكية، مثل الحرارة والتكوين والحركة.

تقنيات الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء توفران معلومات هامة حول الأجسام الفلكية في الفضاء، ويتم استخدامهما بشكل واسع من قبل العلماء.

الدرس السادس: علم الأطياف الفلكية

مقدمة

علم الأطياف الفلكية هو فرع من فروع الفلك يدرس الطيف الكهرومغناطيسي للأجسام الفلكية، مثل النجوم والمجرات والغيوم الغازية. يعد فهم الأطياف الفلكية من أهم الأسس العلمية لفهم تركيب الكون وتكوين النجوم والمجرات.

تعتمد الأطياف الفلكية على قدرة المراصد الفلكية على تحليل ضوء الأجسام الفلكية إلى أطيافها المكونة من الألوان المختلفة. يتم تحليل هذا الضوء باستخدام أدوات تسمى الطيفانيات، وتقوم هذه الأدوات بتحليل الضوء الوارد من الجسم الفلكي إلى أطيافه المختلفة، مما يسمح للعلماء بتحديد المركبات الكيميائية والفيزيائية الموجودة في هذه الأجسام.

يتم تحليل الأطياف الفلكية للعديد من الأجسام الفلكية، بما في ذلك النجوم والمجرات والكواكب والغيوم الغازية. ويساعد تحليل الأطياف الفلكية على فهم تركيب النجوم وما يدور في داخلها، وتحديد العمر والكتلة ودرجة الحرارة والكثافة والضغط الذي يتواجد به الغاز في المجرات والغيوم الغازية.

وتعد الأطياف الفلكية أيضًا من أهم الأدوات التي تستخدم في الكشف عن الأجسام الفلكية التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، مثل النجوم الداخلية في المجرات والكواكب المختلفة في النظام الشمسي. وتساعد هذه التقنية على فهم الظواهر الفيزيائية في الكون وتطوير نظريات جديدة حول تكوين النجوم والمجرات وتحركاتها.

1-تحليل الأطياف الفلكية

هو عملية تحليل الضوء المنبعث من الأجسام الفلكية، وهي عملية حيوية لفهم الخصائص الفيزيائية لتلك الأجسام. يمكن تمثيل الضوء المنبعث من جسم فلكي بواسطة طيفه الضوئي الذي يتكون من مجموعة من الأطوال الموجية المختلفة التي تمثل مستويات الطاقة المختلفة للجسم الفلكي.

تحليل الأطياف الفلكية يتم بواسطة الطيف المنشق، حيث يتم تمرير الضوء الوارد من الجسم الفلكي عبر جهاز يحتوي على مرايا ومصافي ضوئية، ويتم فصل الضوء إلى أطوال موجية مختلفة. يتم قياس شدة الإشعاع المنبعثة عند كل طول موجي، وتكون النتيجة عبارة عن الطيف الضوئي الخاص بالجسم الفلكي.

تحليل الأطياف الفلكية يمكن أن يعطي العديد من المعلومات حول الجسم الفلكي، مثل درجة حرارته وكثافته وتركيبه الكيميائي وحركته وتأليفه الكوني. يتم تحليل الأطياف الفلكية بواسطة العلماء والباحثين في مجال الفلك والفيزياء الفلكية، ويستخدمون النتائج لفهم الأجسام الفلكية وعمليات التطور الكوني.

2-كيفية تحديد عمر الجرم الفلكي

تحديد العمر الجرم الفلكي بطريقة الطيف يعتمد على عدة عوامل، ومن أهمها الطيف الضوئي الذي يصدره الجرم الفلكي، والذي يحمل معلومات عن الخصائص الفيزيائية للجرم الفلكي وعمره.

لتحديد العمر الجرم الفلكي، يتم تحليل الطيف الضوئي الخاص به باستخدام مرشحات طيفية مختلفة لتحديد تركيز العناصر الكيميائية داخل الجسم الفلكي. وتعتمد هذه الطريقة على قانون نيوتن لتبريد الجسم الفلكي، حيث يتم تقدير عمر الجرم الفلكي باستخدام العلاقة بين درجة الحرارة الفعلية للجسم وطيفه الضوئي.

تحديد العمر الجرم الفلكي يتطلب أيضاً دراسة تكوين الجرم الفلكي وحركته داخل الكون، وذلك باستخدام تقنيات متعددة منها تحديد العمر بواسطة تحليل نسبة النظائر الموجودة في عينات من الجسم الفلكي، وتحليل الخصائص الكهرومغناطيسية والجاذبية للجسم الفلكي.

يتم استخدام هذه الطرق والتقنيات معاً لتحديد العمر الفعلي للجرم الفلكي، وتحديد هذا العمر يمكن أن يوفر معلومات مهمة عن تاريخ تكوين الجرم الفلكي وتطوره، ويمكن استخدام هذه المعلومات لفهم تاريخ تشكل النظام الشمسي والكون بشكل عام.

3-كيفية تحديد كتلة الجرم الفلكي

تحديد كتلة الجرم الفلكي هي إحدى التحديات الكبرى في الفلك، حيث أن الكتلة لا تمكن قياسها مباشرة وبدقة عالية. ومع ذلك، هناك عدة طرق يمكن استخدامها لتقدير كتلة الجرم الفلكي، ومن بينها:

1 -قياس تأثير الجاذبية: يمكن استخدام الجاذبية لقياس كتلة الجسم الفلكي، حيث تتأثر حركة الأجسام الأخرى الموجودة بالقرب منها بتأثير الجاذبية الناتج عن الجسم الفلكي. وباستخدام القوانين الفيزيائية المتعلقة بالجاذبية، يمكن حساب كتلة الجرم الفلكي.

2 –قياس حركة الجسم الفلكي: تحرك الجرم الفلكي يمكن أن يعطي معلومات عن كتلته. على سبيل المثال، إذا كان لدينا جرم فلكي واحد يدور حول آخر، فيمكن حساب كتلة الجرم الفلكي الذي يدور حوله باستخدام حركته وحركة الجرم الآخر.

3 –تحليل الطيف: يمكن أيضًا استخدام تحليل الطيف الضوئي لتحديد كتلة الجرم الفلكي. وذلك باستخدام معادلات الفيزياء النووية والكيميائية التي ترتبط بتركيب الجرم الفلكي ونوعية المواد الموجودة فيه.

4 –قياس درجة حرارة الجسم الفلكي: يمكن أيضًا استخدام درجة حرارة الجسم الفلكي لتحديد كتلته. وذلك باستخدام العلاقة بين الكتلة والطاقة الحرارية التي ينبعث منها الجسم الفلكي.

4–تحديد الكتلة الجرم الفلكي بطريقة الطيف

يتطلب دراسة خصائص الطيف الضوئي للجرم الفلكي، حيث يمكن استخدام هذه الخصائص لتحديد الخصائص الفيزيائية للجرم الفلكي، بما في ذلك الكتلة.

وتتمثل الطريقة الأساسية لتحديد الكتلة بطريقة الطيف في قياس سرعة الجرم الفلكي، وذلك باستخدام تحليل الانزياح الطيفي للضوء. فعندما يتحرك الجسم الفلكي بسرعة نسبية مع الأرض، يؤدي ذلك إلى انزياح الطيف الضوئي للجسم الفلكي نحو اللون الأحمر أو الأزرق، ويسمى هذا الانزياح الانزياح الطيفي.

وباستخدام قياس الانزياح الطيفي، يمكن حساب السرعة النسبية للجرم الفلكي بالنسبة للأرض. وبعد ذلك، يمكن حساب الكتلة الجرم الفلكي باستخدام قانون نيوتن للحركة، حيث يمكن استخدام العلاقة بين السرعة والكتلة لتحديد كتلة الجرم الفلكي.

ومن المهم الإشارة إلى أن تحديد الكتلة الجرم الفلكي باستخدام طريقة الطيف يتطلب دراسة العديد من الخصائص الفيزيائية الأخرى للجرم الفلكي، بما في ذلك درجة الحرارة وتراكيب العناصر الكيميائية الموجودة فيه، والتي يتم تحليلها باستخدام تحليل الطيف الضوئي. لذلك، يجب أن يكون هناك دراسات متعمقة للجسم الفلكي قبل تحديد كتلته باستخدام طريقة الطيف.

5–أنواع المطيافيات المستخدمة في الفلك

هناك العديد من أنواع المطيافيات التي تستخدم في الفلك، وتختلف بحسب النوع الذي يتم تحليله والتطبيق المستخدم لهذه النتائج. ومن بين هذه المطيافيات:

1 –مطياف الامتصاص :(Absorption Spectroscopy) وهي تقنية تستخدم لدراسة تحليل طيف الضوء الممتص من قبل المواد الفلكية المختلفة، وتعتمد على قياس درجة الامتصاص للضوء عند طول موجي معين، وتستخدم في دراسة الغلاف الجوي للكواكب والنجوم والمجرات.

2 –مطياف الانبعاث :(Emission Spectroscopy) وهي تقنية تستخدم لدراسة طيف الضوء الذي يتم إرساله من قبل المواد الفلكية المختلفة، وتعتمد على قياس طول الموجة للضوء المنبعث، وتستخدم في دراسة التراكيب الداخلية للنجوم والمجرات.

3 –مطياف الامتزاز :(Adsorption Spectroscopy) وهي تقنية تستخدم لدراسة تحليل طيف الضوء الممتز من قبل المواد الفلكية المختلفة، وتعتمد على قياس درجة الامتزاز للضوء عند طول موجي معين، وتستخدم في دراسة تكوين الغبار في الفضاء الخارجي.

4 –مطياف الانكسار :(Refraction Spectroscopy) وهي تقنية تستخدم لدراسة طيف الضوء الذي يتم انعكاسه أو انحرافه عند مروره بالمواد الفلكية المختلفة، وتعتمد على قياس زاوية الانعكاس أو الانحراف للضوء عند مروره من خلال المادة، وتستخدم في دراسة الأجسام الصلبة في الفضاء.

5 –مطياف الانكسار الكلي :(Total Internal Reflection Spectroscopy) وهي تقنية تستخدم لدراسة طيف الضوء الذي يتم انعكاسه بالكامل داخل المادة، عندما يتعرض الضوء لواجهة مائلة بشكل حاد في مادة ذات معامل انكسار عالي، مثل الزجاج أو الكريستال. يتم قياس الضوء المنعكس من هذه الواجهة، ويتم تفريقه إلى طيف ألوانه المختلفة، ومن خلال دراسة هذا الطيف، يمكن للعلماء الكشف عن المكونات الكيميائية والخصائص الفيزيائية للمادة التي يتم دراستها.

6– مطياف الانحراف الكروي (Grating Spectroscopy): وهي تقنية تستخدم في دراسة طيف الضوء الذي يمر من خلال شبكة الانحراف الكروية (Diffraction Grating)، والتي تعمل على تفريق الضوء إلى أطياف مختلفة بناءً على أطوال الموجة، وتستخدم هذه التقنية في دراسة تكوين الأجسام الفلكية المختلفة، مثل النجوم والمجرات والغيوم الغازية في الفضاء الخارجي، وتستخدم أيضًا في تحليل الضوء المنبعث من الأجرام الفلكية.

6-المركبات الكيميائية والفيزيائية الموجودة في القمر

توجد العديد من المركبات الكيميائية والفيزيائية في القمر، ويتم تحديد تلك المركبات والفيزيائية من خلال العينات التي تم جمعها من سطح القمر خلال الرحلات الفضائية والتي تم إرسالها إلى الأرض للتحليل.

من بين المركبات الكيميائية المكتشفة في القمر، تشمل السيليكات (مثل الفلسبار والبيريت) والأكسيدات (مثل الألومينا والتيتانيا) والبلاتين والذهب والفضة والحديد والمنجنيز والتنجستن. وتشير العينات المأخوذة من سطح القمر إلى أن المواد المعدنية الأساسية في القمر تشبه إلى حد كبير تلك الموجودة في الأرض.

ومن بين الخصائص الفيزيائية للقمر، يمكن ذكر أن سطح القمر مغطى بالكراتر الناجمة عن التصادمات مع الكويكبات والنيازك، وأنه يتميز بانعدام الغلاف الجوي والمغناطيسي وانخفاض درجات الحرارة المتراوحة بين −173 درجة مئوية في الليل و+127 درجة مئوية في النهار.

بالإضافة إلى ذلك، يحتوي القمر على العديد من التضاريس المختلفة، مثل الجبال والوديان والبحار البركانية والكهوف البركانية، ويتميز بوجود ظواهر فلكية مميزة مثل الكسوف الشمسي والكسوف القمري والمد والجزر الشديد.

الدرس السابع: النظام الشمسي

مقدمة

النظام الشمسي هو النظام الكوني الذي يحتوي على الشمس وجميع الأجسام الفلكية المتحركة التي تدور حولها، ويتألف النظام الشمسي من ثمانية كواكب رئيسية هي: عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون، بالإضافة إلى الكويكبات والمذنبات والأقمار والحلقات والمجرات الصغيرة والغبار الفلكي.

وتدور هذه الأجسام الفلكية حول الشمس في مدارات محددة وفقًا لقوانين الحركة الكوكبية، حيث تتميز المدارات بالشكل البيضاوي وتختلف في شدة الجاذبية والسرعة والمسافة عن الشمس. وتتراوح المسافة بين الأجسام الفلكية في النظام الشمسي من بضع ملايين الأمتار للكويكبات إلى مليارات الأمتار لمدارات بعض الكواكب.

1-النظام الشمسي

هو المجموعة المكونة من الشمس والكواكب الثمانية التي تدور حولها، وكذلك الأجرام الصغيرة مثل الأقمار الصناعية، والكويكبات، والمذنبات، والغبار الفضائي وغيرها من الأجسام الفلكية الأخرى التي تدور حول الشمس بتأثير الجاذبية.

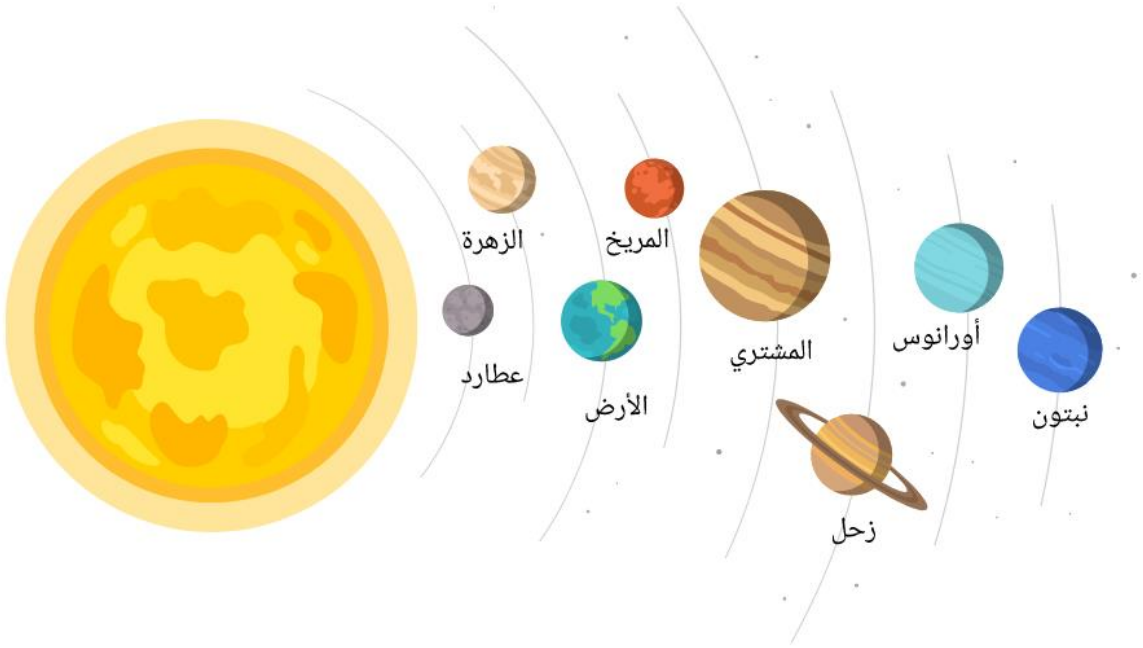
يتكون النظام الشمسي من الشمس في المركز، والتي تحتوي على معظم الكتلة في النظام الشمسي، والكواكب الثمانية التي تدور حول الشمس، وهي: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس، ونبتون، وتتميز هذه الكواكب بأنها تدور حول الشمس على مدارات محددة، كل منها يحتاج إلى فترة زمنية محددة لإتمام دورته حول الشمس.

تدور أيضًا حول الشمس مجموعة من الأجسام الصغيرة، مثل الأقمار الطبيعية للكواكب، والكويكبات، والمذنبات، والغبار الفضائي، والتي تمثل أجزاء صغيرة جدًا من النظام الشمسي.

يتميز النظام الشمسي بالتنوع الكبير في الأحجام والمسافات بين الأجسام الفلكية، حيث يبلغ قطر الشمس نحو 1.39 مليون كيلومتر، بينما يبلغ قطر بعض الكواكب مثل زحل نحو 120 ألف كيلومتر فقط، ويمتد النظام الشمسي على مسافات هائلة، حيث يصل بعض الأجسام الفلكية في الحزام الكويكبي إلى بعد 5 مليارات كيلومتر عن الشمس.

يتم دراسة النظام الشمسي بواسطة العديد من المهام الفضائية المختلفة، مثل مهمة فوياجر وكاسيني التابعتين لوكالة ناسا، والمهمة نيو هورايزنز التي أرسلتها ناسا إلى كوكب بلوتو، ومهمة روزيتا التي أرسلتها الوكالة الفضائية الأوروبية إلى المذنب تشوريوموف–غيراسيمنكو، وغيرها من المهام الفضائية الأخرى.

تتميز دراسة النظام الشمسي بأهمية كبيرة، حيث تساعد على فهم الكون وتطوره، كما أنها تساعد في تحديد الأجسام الفلكية التي يمكن أن تشكل خطرًا على الأرض، وتساعد في تطوير تكنولوجيا الفضاء واستكشاف الأماكن البعيدة في الكون.



الشكل 8: الشمس والكواكب الثمانية التي تدور حولها.

2–الشمس

الشمس هي النجم الذي يقع في مركز النظام الشمسي، وهي تمثل أكثر الأجسام الفلكية سطوعًا وحرارة في النظام الشمسي. تبعد الشمس عن الأرض حوالي 150 مليون كيلومتر، وتمثل حوالي 99.86% من كتلة النظام الشمسي.

تتكون الشمس في الأساس من غاز الهيدروجين والهيليوم، وتنتج طاقتها الضخمة من عملية الاندماج النووي في نواها، وهي العملية التي تحدث عندما يتم دمج ذرات الهيدروجين لتكوين ذرة هليوم، مما ينتج عنها كمية هائلة من الطاقة والحرارة والضوء.

وتؤثر الشمس بشكل كبير على الأرض وحياة الكائنات الحية عليها، حيث توفر لنا الحرارة والضوء اللازمين للحياة، وتؤثر على طقس الأرض والمناخ وحركة الكواكب والأجسام الفلكية الأخرى في النظام الشمسي. كما تؤثر أيضًا على تقنية الاتصالات اللاسلكية والأقمار الصناعية وحركة الأيونات في الغلاف الجوي والأشعة الكونية.

تدور الكواكب في النظام الشمسي حول الشمس، وتشمل الكواكب الثمانية المعروفة هي: عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون. كما توجد أيضاً الأجرام الصغيرة مثل الكويكبات والمذنبات والأقمار الطبيعية للكواكب.

تتميز الشمس بالعديد من الظواهر الفلكية الجميلة، مثل الكتل الشمسية والبروتوبرونات والانفجارات الشمسية والبقع الشمسية، والتي تؤثر بشكل مباشر على الحياة على الأرض.

يعتبر الدراسة العلمية للشمس وظواهرها من أهم المجالات الفلكية، وتعتمد هذه الدراسة على الأدوات المختلفة التي تستخدم في الرصد والمراقبة والتحليل الطيفي للشمس ومراقبة الظواهر الفلكية الأخرى المرتبطة بها.

تلعب الشمس دورًا حاسمًا في الحياة على الأرض، فهي المصدر الرئيسي للطاقة والضوء والحرارة، كما تتحكم بمناخ الأرض والظواهر الجوية الأخرى. وتوفر الشمس أيضاً الطاقة اللازمة لدعم الحياة على الأرض، وتدعم العديد من العمليات الحيوية مثل التركيب الضوئي للكائنات الحية الخضراء.

يتأثر النظام الشمسي بشكل مباشر بالشمس، وتؤثر قوة الجاذبية الشمسية على الكواكب والأجرام الفلكية الأخرى، كما تؤثر الظواهر الفلكية الشمسية على النظام الشمسي بشكل عام، وعلى الأرض والحياة عليها بشكل خاص، ومن هذه الظواهر ما يسمى بالعواصف الشمسية والتي تشكل خطراً على البنية التحتية للتكنولوجيا الحديثة.

يعتبر البحث والدراسة العلمية حول الشمس والنظام الشمسي من أهم المجالات الفلكية والعلمية بشكل عام، وتساهم هذه الدراسات في فهمنا للكون والمجرات الأخرى وتأثيراتها على حياتنا وبيئتنا.

3-الأرض

الأرض هي الكوكب الثالث من حيث المسافة عن الشمس والكوكب الخامس من حيث الحجم في النظام الشمسي. وهي كوكب صخري متوسط الحجم والكثافة، وتتميز بوجود الحياة عليها وكونها المكان الوحيد المعروف حتى الآن في الكون الذي يمكن أن يستضيف الحياة.

تتكون سطح الأرض من مزيج من القارات والمحيطات، وتحيط بها طبقة الغلاف الجوي الذي يحميها من الأشعة الضارة ويحتوي على الأكسجين والنيتروجين الذي يدعم الحياة البرية والبحرية.

تدور الأرض حول محورها مرة واحدة كل 24 ساعة، وتدور حول الشمس في مدار بيضاوي كل 365 يومًا تقريبًا. كما أن الأرض تعرضت للعديد من الأحداث الجيولوجية والجيوفيزيائية على مر العصور، مثل البراكين والزلازل وتغير المناخ، وهي تشكل مجال دراسة العلوم البيئية والجيولوجية.

تعتبر الأرض موطناً للحياة بمختلف أنواعها، وتوفر الأرض العديد من الموارد الطبيعية التي تدعم الحياة البشرية وتعزز النمو الاقتصادي، ومن هذه الموارد المياه والهواء النقي والغابات والموارد الطبيعية الأخرى. وتعد الحفاظ على هذه الموارد والاستدامة من أهم التحديات التي تواجه البشرية في الوقت الحالي.

4-القمر

القمر هو الجسم الفلكي الطبيعي الذي يدور حول الأرض، وهو الجسم الفلكي الأكثر قرباً من الأرض. يعتبر القمر أكبر قليلاً من ربع حجم الأرض ويتكون من صخور وتربة وغبار الفضاء، وهو ينتمي إلى المجموعة الكونية التابعة للأرض.

يتحرك القمر حول الأرض في مدار بيضاوي، ويستغرق حركته حول الأرض مدة 27.3 يومًا تقريباً. ويتميز القمر بظاهرة الجاذبية التي تؤثر على مد وجزر المحيطات وتسبب حدوث الكسوف الشمسي والكسوف القمري.

يمتلك القمر سطحاً شديد الصلابة وقد تعرض للكثير من التأثيرات الجيولوجية مثل البراكين والانهيارات الصخرية، ويتميز بالكثير من البيئات المختلفة والتضاريس المختلفة التي تجعله مجالاً للدراسة العلمية.

وتمثل الاستكشافات القمرية البشرية إنجازاً كبيراً في تاريخ العلم والتكنولوجيا، حيث قامت العديد من المهمات الفضائية بزيارة القمر واستكشاف سطحه ومعرفة المزيد عن تاريخه وتركيبه الجيولوجي. ويستمر العلماء في دراسة البيانات والعينات التي تم جمعها من القمر لفهم المزيد عن تطور النظام الشمسي وتاريخ الأرض.

وتشير الأدلة العلمية إلى أن القمر قد تشكل قبل نحو 4.5 مليار سنة، نتيجة لتصادم بين الأرض وجرم فضائي آخر. ويمتاز القمر بما يعرف بالجانب المظلم، وهو الجانب الذي لا يمكن رؤيته من الأرض

والذي تم استكشافه بشكل كامل لأول مرة من خلال مهمة القمر الصناعي الصيني "تشانج إي 4" التي أطلقتها الصين في عام 2018.

ويعد القمر أيضاً موضوعاً شائعاً للأساطير والخرافات في العديد من الثقافات، وقد أثار اهتمام البشر طوال تاريخهم. ويمكن مشاهدة القمر بالعين المجردة من على سطح الأرض، مما يجعله أحد أكثر الأجسام الفلكية المحببة لدى الناس.

5-الكوكب

يتميز الكوكب بأنه جسم سماوي يدور حول الشمس، ويكوّن جزءًا من النظام الشمسي. ويتميز الكوكب بأنه له شكل كروي تقريباً، وينتمي إلى فئة الأجرام الصلبة. ويختلف الكواكب بحجمها وخصائصها الفيزيائية، مثل كتلتها ونصف قطرها ودرجة حرارتها وكثافتها وغيرها.

ويضم النظام الشمسي ثمانية كواكب رئيسية، بدءًا من الأقرب إلى الشمس وهي: عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون. ويتميز كل كوكب بخصائصه الفريدة والتي تتضمن مثلاً وجود طبقات جوية، وحلقات حول الكواكب الأكبر، وكواكب مداراتها مائلة بشكل كبير، وغير ذلك.

ويتم دراسة الكواكب وخصائصها وتركيبها وحركتها وتأثيراتها الجاذبية على بعضها البعض وعلى الأجسام الفلكية الأخرى في النظام الشمسي باستخدام العديد من الأدوات والتقنيات الفلكية والفيزيائية.

6-أنواع الكواكب

تنقسم الكواكب إلى نوعين رئيسيين:

1 -الكواكب الصخرية (الصغيرة): وتتميز بأنها تتكون بشكل رئيسي من الصخور والمعادن، وتحتوي على قشور صلبة وأنوية صلبة صغيرة. وتشمل هذه الكواكب: عطارد والزهرة والأرض والمريخ.

2 -الكواكب الغازية (الكبيرة): وتتميز بأنها تتكون بشكل رئيسي من الغازات مثل الهيدروجين والهيليوم، وتحتوي على أنوية صلبة صغيرة محاطة بغلاف غازي سميك. وتشمل هذه الكواكب: المشتري وزحل وأورانوس ونبتون.

ويوجد كوكب خامس يطلق عليه "الكوكب القزم" وهو بلوتو، ويصنف ضمن فئة الكواكب الصخرية، لكن يختلف عن الكواكب الأربعة الأخرى في هذه الفئة بحجمه الصغير ومداره المائل وشكله الغير منتظم.

ومنذ عام 2006، تم تصنيف بلوتو على أنه "كوكب قزم" وليس كوكباً رئيسياً في النظام الشمسي، وذلك بعد إدخال تعديلات على التصنيفات الفلكية.

7-المذنبات

المذنبات هي جسم فلكي صغير يتكون من مواد متجمدة مثل الثلج والغبار والغازات، وتدور حول الشمس على مدار بيضاوي طويل. وعندما يقترب المذنب من الشمس ويتعرض للحرارة الشديدة، يبدأ المواد المتجمدة في التبخر وتنطلق على شكل "ذيل" طويل يتألف من الغبار والغازات المتبخرة.

يعتبر المذنب من أقدم الجسم الفلكية التي تم رصدها ودراستها، وقد أثارت اهتمام الإنسان منذ القدم. وتم تسجيل أول رصد لمذنب في السجلات الصينية قبل حوالي 2,500 سنة.

تلعب المذنبات دورًا هامًا في دراسة تشكيل النظام الشمسي وتاريخه، كما يعتقد البعض أنها قد تكون مصدرًا للماء والعناصر الأخرى الهامة التي توجد على الأرض. ومن المذنبات الشهيرة المدارية المتعددة المرات والتي يمكن رؤيتها بالعين المجردة: هالي (Halley)، وإنك (Encke)، وشوماكر-ليفي (Shoemaker-Levy)، وهي المذنب التي تحطمت في الغلاف الجوي لكوكب المشتري في عام 1994.

تتنوع المذنبات بحسب حجمها وشكلها ومكوناتها، فمنها المذنبات الصغيرة التي يبلغ حجمها عدة أمتار فقط، ومنها المذنبات الضخمة التي يتجاوز قطرها العشرة كيلومترات. ويتم تصنيف المذنبات حسب مدارها حول الشمس، فهناك المذنبات المدارية القصيرة التي تستغرق أقل من 200 سنة للدوران حول الشمس، والمذنبات المدارية الطويلة التي تستغرق آلاف السنين للدوران حول الشمس.

يتم دراسة المذنبات باستخدام التلسكوبات والمرصد الفلكية، وتحليل عينات الغبار والمواد المتبخرة التي تتبعثر في ذيل المذنب. وقد تم ارسال مهمات فضائية لدراسة المذنبات، مثل مهمة روزيتا التي أطلقتها الوكالة الفضائية الأوروبية لدراسة المذنب P67/تشوريوموف-جيراسيمينكو.

8-أنواع المذنبات

توجد عدة أنواع من المذنبات، منها:

1 -المذنبات القزمة: وهي المذنبات التي تصل قطرها إلى عدة أمتار فقط.

2 -المذنبات الكبيرة: وهي المذنبات التي يصل قطرها إلى عدة كيلومترات.

3 –المذنبات الدائمة: وهي المذنبات التي يدور مدارها حول الشمس بشكل دائم.

4 –المذنبات المؤقتة: وهي المذنبات التي تزور النظام الشمسي لفترة مؤقتة ثم تغادره.

5 –المذنبات المدارية القصيرة: وهي المذنبات التي تستغرق أقل من 200 سنة للدوران حول الشمس.

6 –المذنبات المدارية الطويلة: وهي المذنبات التي تستغرق آلاف السنين للدوران حول الشمس.

7 –المذنبات المنكسرة: وهي المذنبات التي تنكسر أثناء اقترابها من الشمس.

8 –المذنبات النيزكية: وهي المذنبات التي تندمج مع الأجسام النيزكية التي تصطدم بالأرض.

وتختلف هذه الأنواع من المذنبات في ما يتعلق بحجمها وشكلها ومداراتها ومكوناتها.

9 –المذنبات الهالة: وهي المذنبات التي تتميز بوجود هالة حولها تتكون من الغازات والأتربة التي تنتجها.

10 –المذنبات المسطحة: وهي المذنبات التي تتميز بشكلها المسطح والغير منتظم.

11 –المذنبات الشبه دورية: وهي المذنبات التي تدور حول الشمس بشكل غير منتظم، ولكنها تعود إلى نفس المكان بعد عدة دورات.

12 –المذنبات الدورية: وهي المذنبات التي تدور حول الشمس بشكل منتظم، وتعود إلى نفس المكان في كل دورة.

وتتميز المذنبات بوجود "ذيل" خلفها يتكون من الغازات والأتربة التي تفرزها عند اقترابها من الشمس، ويمكن رؤية هذا الذيل بالعين المجردة في بعض الحالات، أو باستخدام التلسكوبات في الحالات الأخرى. وتعد المذنبات من أهم الأجسام السماوية التي يتم دراستها في الفلك، حيث تحمل معلومات قيمة عن تاريخ النظام الشمسي وتطوره.

9–الصخور الفلكية

الصخور الفلكية هي الأجسام السماوية الصلبة التي تتكون بشكل أساسي من المعادن والصخور. وتشمل الصخور الفلكية عدة أنواع من الأجسام السماوية، بما في ذلك:

1 –الكويكبات: وهي أجسام صغيرة تدور حول الشمس في حزام من الفضاء بين المريخ والمشتري.

2 –المذنبات: وهي أجسام جليدية صغيرة تتألف بشكل أساسي من الماء المتجمد والغبار، وتدور حول الشمس في مدارات بعيدة.

3 –النيازك: وهي الصخور الفلكية التي تسقط على سطح الأرض، وتتألف بشكل أساسي من الحديد والنيكل والصخور البركانية.

4 –القمر: وهو الجسم السماوي الذي يدور حول الأرض، ويتألف بشكل أساسي من الصخور البركانية والمعادن.

تتميز الصخور الفلكية بأنها تحتوي على معلومات قيمة عن تطور النظام الشمسي وتاريخه، كما أن دراسة تركيبها تساعد في فهم العمليات الجيولوجية الأساسية التي تحدث في النظام الشمسي وتأثيراتها على الأرض والكواكب الأخرى. كما أن دراسة الصخور الفلكية تساعد في تحديد المخاطر المحتملة للنيازك وغيرها من الأجسام السماوية التي يمكن أن تتعرض لتصادم مع الأرض في المستقبل.

الدرس الثامن: النجوم

مقدمة

النجوم هي كتل ضخمة من الغاز والغبار والعناصر الثقيلة في الفضاء، تصدر ضوءاً وحرارةً بشكل مستمر نتيجة لعملية الاندماج النووي الذي يحدث في نواها، وهي تمثل أحد العناصر الأساسية في الكون وتشكل جزءًا لا يتجزأ من النظام الكوني.

تتشكل النجوم في السحب الجزيئية والغبارية الموجودة في الفضاء، وتنشأ نتيجة لانهيار هذه السحب تحت تأثير الجاذبية النجمية، مما يؤدي إلى زيادة الضغط ودرجة الحرارة في مركز السحابة وتكوّن نواة نجمية.

تختلف النجوم عن بعضها البعض في الحجم والكتلة والدرجة الحرارة والعمر والتركيب الكيميائي، وتصنف النجوم بناءً على درجة حرارتها ولونها ومقدار الإشعاع الذي تصدره، وتوجد العديد من النجوم في الكون وتشكل جزءًا أساسيًا من بنية الكون المرئية وغير المرئية.

تلعب النجوم دورًا حاسمًا في العديد من العمليات الكونية مثل تكوين الكواكب والمجرات والعناصر الكيميائية، وتعتبر دراسة النجوم أحد المجالات الأساسية في علم الفلك والفيزياء الفلكية، حيث تساعد في فهم تطور الكون وتحديد ملامحه وخصائصه.

1-النجوم

النجوم هي جسم فلكي يشع ضوءه الخاص ويتألف بشكل رئيسي من الهيدروجين والهيليوم وعناصر أخرى بنسب أقل. تتواجد النجوم في الفضاء الخارجي وتعد أحد الأجسام الأساسية في الكون. يتكون النجم من تجمع هائل للغاز والغبار في الفضاء، ويخضع لاندماج هذه المواد الغازية تحت ضغط ودرجة حرارة شديدتين، ما يسمح بإطلاق الطاقة الشمسية التي تنبعث من النجم.

تختلف النجوم في الحجم واللون ودرجة الحرارة والعمر، حيث توجد نجوم كبيرة جدًا وساطعة مثل نجم السيدة العذراء، ونجوم صغيرة وقزمة مثل نجم الشمبانزي، كما تختلف النجوم في درجة حرارتها وتباين أطيافها. وتتشكل النجوم في مجموعات مختلفة وتتكون أحيانًا من نظامين أو أكثر من النجوم المتصاهرة. كما يمكن للنجوم أن تنتهي حياتها بانفجار كبير وانهيار ثقيل يؤدي إلى تشكل النجوم المزدوجة أو الثلاثية أو النجوم النيوترونية. يستخدم العلماء المراصد الفلكية المختلفة لدراسة النجوم وتحديد مواصفاتها وخواصها الفيزيائية، ويتم ذلك عن طريق تحليل أشعة النجوم وتصويرها باستخدام المراصد الفضائية والأرضية والتحليل الطيفي والتصوير الفوتوغرافي.

2-أصناف النجوم

تصنف النجوم بشكل عام بناءً على حجمها ودرجة حرارتها وكمية الطاقة التي تنتجها. وفيما يلي بعض الأصناف الشائعة للنجوم:

1 -نجوم السلسلة الرئيسية: وهي النجوم التي تقضي معظم عمرها في المرحلة الرئيسية حيث تتحول الهيدروجين إلى هيليوم في نواها، مثل الشمس.

2 -العملاق الأحمر: وهي نجوم ضخمة وباردة نسبياً، تمتد فيها طبقات الغاز الخارجية بشكل كبير، وتميل إلى إطلاق كميات كبيرة من المادة في الفضاء الخارجي، ويعتبر ألفا الكلب الأحمر من الأمثلة الشهيرة على هذا النوع.

3 -النجوم النيوترونية: وهي نجوم يبلغ قطرها عادةً حوالي 20 كيلومترًا فقط، وتكون كتلتها أكبر من كتلة الشمس بكثير، وتشكل عندما تنهار نجم ضخم عند نهاية حياته، ويشتهر من هذا النوع نجوم النيوترون المتأرجحة.

4 -الثقوب السوداء: وهي كتل ضخمة جداً تشكل عندما ينهار نجم ضخم عند نهاية حياته، وتتميز بأن جاذبيتها قوية لدرجة أنها تمتص الضوء وتمنع أي شيء من الفرار منها، وتعد أحد أغرب الأجرام الفلكية.

5 -نجوم النيزك: وهي نجوم تتحرك بسرعة عالية في الفضاء الخارجي، ويعتقد أنها تشكلت من مواد عضوية ومعادن تحبس داخل النيازك، ويمكن أن تكون قادرة على نقل الحياة من كوكب إلى آخر.

6- النجوم المزدوجة: وهي نجوم تدور حول بعضها البعض.

النجوم المتغيرة :(Variable Stars) وهي نجوم تتغير إشراقها وشكلها بشكل دوري، وتنقسم هذه النجوم إلى أنواع مختلفة بناءً على طبيعة التغيرات في إشراقها، مثل النجوم المتغيرة العملاقة والنجوم المتغيرة الدورية.

النجوم الثنائية :(Binary Stars) وهي نجوم يدور كل منهما حول مركز الثقل المشترك بينهما، وتنقسم هذه النجوم إلى نوعين رئيسيين وهما النجوم الثنائية الحقيقية والنجوم الثنائية الزائفة.

النجوم الزمردية :(Neutron Stars) وهي نجوم بقيّة بعد انفجار النجم العملاق، حيث تمتلك كتلة هائلة وحجم صغير جداً، مما يعني أن كتلتها تتراص على بعد أمتار معدودة، وتحتوي على كثافة عالية جداً.

3-الأطلس الفلكي والدلائل

الأطلس الفلكي هو عبارة عن مجموعة من الخرائط السماوية التي توضح مواقع النجوم والأجرام السماوية الأخرى في السماء. يتم استخدام الأطلس الفلكي من قبل العلماء والهواة لتحديد مواقع الأجرام السماوية وتصنيفها. يتم تصميم الأطلس الفلكي بطريقة تسهل عملية البحث عن الأجرام السماوية وتحديد مواقعها بدقة.

أما الدليل الفلكي فهو عبارة عن مرجع يحتوي على معلومات شاملة عن الأجرام السماوية والأحداث الفلكية الأخرى. يحتوي الدليل الفلكي على جداول تحتوي على معلومات عن حركة الكواكب والنجوم وحوادث مثل الانفجارات الشمسية والكسوف. يمكن استخدام الدليل الفلكي للتنبؤ بظواهر فلكية مثل الكسوف وحركة النجوم والكواكب. يتم تحديث الدليل الفلكي بانتظام لتضمين المعلومات الجديدة والتطورات الحديثة في العلوم الفلكية.

4-نموذج النجوم

نموذج النجوم هو تصور نظري يستخدم لتوضيح تطور النجوم عبر الزمن وتحديد الصفات المختلفة للنجوم. وتستند هذه النماذج إلى الفيزياء الفلكية والنتائج المستمدة من الرصد الفلكي للنجوم.

وتشمل هذه النماذج مخطط هيرتزبرونغ-راسل الذي يصف توزيع درجات حرارة النجوم وأطوال موجات الضوء الصادر عنها وهو يوضح العلاقة بين اللون والسطوع الظاهري للنجم.

ويوضح نموذج يسمى نموذج إيفستون العلاقة بين الكتلة ودرجة حرارة سطح النجم وكذلك مدى الانبعاث الإشعاعي ومعدلات التفاعل النووي داخل النجم.

وتستخدم هذه النماذج أيضًا لتوقع تطور النجوم في المستقبل، بما في ذلك نهاية حياة النجم وما سيحدث له في ذلك الوقت. ويمكن استخدام هذه النماذج أيضًا لدراسة النجوم الجديدة وتحديد عمرها وخصائصها.

5-الحركة الخاصة للنجوم

تُعرف الحركة الخاصة للنجم (Proper motion) باسم حركته الظاهرية في السماء، وهي تحرك النجم عبر السماء بالنسبة لمرجع ثابت. وتُقاس هذه الحركة بزاوية ، وتتميز النجوم التي تتحرك بسرعة عالية بأنها تتحرك بمقدار زاوي قد يصل إلى قوس ثانية (arcseconds) في السنة.

وتعتمد قياسات الحركة الخاصة على مقارنة صور النجم منفردة، حيث يتم تصويرها في فترات زمنية مختلفة ومقارنتها مع بعضها البعض. وباستخدام تلسكوبات الفضاء والتقنيات الحديثة للتصوير، يمكن قياس حركة النجوم بدقة عالية جدًا.

تستخدم حركة النجم الخاصة في العديد من التطبيقات الفلكية، بما في ذلك تحديد المسافات إلى النجوم، وتحديد حركتهم الحقيقية في الفضاء، ودراسة حركة المجرة وتشكيلها، وتحديد تأثير الجاذبية للنجوم والمجرات الأخرى على حركة النجم المرصود.

يمكن تحديد حركة النجم الخاصة عن طريق قياس الانحرافات الظاهرية للنجم عن موقعه المتوقع في موعد محدد. ويمكن استخدام الحركة الخاصة في حساب موقع النجم في المستقبل وتحديد توقعات حركته في المستقبل.

تعتبر الحركة الخاصة للنجوم واحدة من السمات الأساسية التي يمكن استخدامها لدراسة حركة النجوم في مجرة ما ومعرفة تركيبها وتطورها عبر الزمن. وتشير الحركة الخاصة إلى حركة النجم بالنسبة لمجموعة النجوم المجاورة له، وتحدد بشكل رئيسي بواسطة سرعة النجم واتجاه حركته.

يمكن قياس الحركة الخاصة باستخدام الصور المتتالية التي تم التقاطها لنفس المنطقة في السماء عبر فترات زمنية مختلفة. وبمقارنة موقع النجم في هذه الصور المختلفة، يمكن حساب حركته الخاصة. ويتم عرض الحركة الخاصة على شكل زاوية تسمى زاوية الحركة الخاصة، والتي تقاس بالثواني الزاوية لكل سنة.

تستخدم الحركة الخاصة لتحديد عمر المجرة وتقسيم النجوم إلى مجموعات حسب سرعتهم النسبية واتجاهات حركتهم. ويمكن استخدامها أيضًا للكشف عن النجوم التي تنتمي إلى القرب النسبي من الشمس والتي يمكن دراستها بالتفصيل باستخدام المرصد الفلكي.

وبالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الحركة الخاصة لتحديد الانحناء الكوكبي لمسار حركة النجم في مجرة ما، مما يساعد في فهم حركة المجرة والمنطقة الفضائية المحيطة بها.

6-المنظر السنوي للنجوم

المنظر السنوي للنجوم هو موقع النجم في السماء في وقت معين من العام، وهو يتغير مع تغير الموسم والمكان على سطح الأرض. يتأثر المنظر السنوي للنجوم بسبب حركة الأرض حول الشمس في مدارها السنوي، وحركة النجم في الفضاء.

وبما أن حركة الأرض حول الشمس تسبب تغيراً في زاوية النظر للنجوم، فإن النجوم يتحركون في مسارات محددة في السماء طوال العام. عندما يشاهد المراقب النجوم في فصل الصيف، سيكون المنظر مختلفاً عن المنظر في فصل الشتاء بسبب تغير موقع الأرض على مدار السنة.

ويستخدم المنظر السنوي للنجوم في الفلك لتحديد مواقع النجوم على السماء، ولتحديد حركتها وخصائصها المختلفة.

7-المنظر القرني للنجوم

المنظر القرني للنجوم هو الموضع الذي تشغله النجوم على سطح السماء بالنسبة لنا كراصدين في الأرض خلال فترة زمنية تدعى القرن الفلكي وتساوي مدة حركة الشمس من أول نقطة الحمل الربيعي وحتى مرورها مرة أخرى بنفس النقطة. ويتم تحديد المنظر القرني للنجوم عن طريق قياس الحركة الظاهرية للنجم على مدى فترة طويلة من الزمن، ويمكن استخدامه لتحديد المسافة والحركة الحقيقية للنجوم. كما يساعد هذا النوع من القياسات في دراسة حركة النجوم وتحديد ما إذا كانت تتحرك بشكل متناسق في مجرتنا أو لديها حركات خاصة تشير إلى تفاعلها مع القوى الأخرى في المجرة.

8-اختلاف المنظر السنوي والقرني للنجوم

يتغير مظهر النجوم على السماء على مدار السنة والقرن، وذلك نتيجة لحركة الأرض حول الشمس وحركة النجوم في مجرتنا. ويشير المنظر السنوي إلى التغيرات التي تحدث في مظهر النجوم على مدار العام، في حين يشير المنظر القرني إلى التغيرات التي تحدث على مدار العقد أو القرن الزمني.

على سبيل المثال، يمكن ملاحظة تحرك النجوم الثابتة في السماء خلال الليل، وتتحرك هذه النجوم على مدار العام حول القطب الشمالي للسماء والقطب الجنوبي للسماء. وتتغير مواقع النجوم بالنسبة للمراقب على الأرض على مدار العام بسبب حركة الأرض حول الشمس.

كما يحدث أيضًا تحول في مظهر النجوم على مدار القرن الزمني، وهذا يتم بسبب تغيرات في حركة النجوم في مجرتنا. ومن الملاحظ أن بعض النجوم يتحركون بشكل أسرع من غيرهم، مما يؤدي إلى تغيرات في مواقعهم على المدى الطويل، ويمكن مراقبة هذه التغيرات على مدى القرون الزمنية باستخدام الأدوات المناسبة.

9-مقادير حالة النجوم

مقادير حالة النجوم هي الخصائص الفيزيائية التي تمكننا من وصف حالة النجوم وتصنيفها ودراسة تفاعلاتها وتطورها. وتتضمن هذه المقادير الرئيسية:

الكتلة: هي كمية المادة الموجودة في النجم، وتؤثر على الضغط ودرجة الحرارة داخله.

درجة الحرارة: تعد درجة حرارة النجم من المعلومات الأساسية حوله، وتحدد الطاقة التي يطلقها النجم إلى الفضاء الخارجي.

الضياء: يشير إلى الطاقة التي يطلقها النجم إلى الفضاء الخارجي، وهو يتأثر بكتلة النجم ودرجة حرارته.

الحجم: يشير إلى الحجم الفعلي للنجم، ويتأثر بكتلته ودرجة حرارته.

السرعة الشعاعية: تشير إلى الحركة النسبية للنجم نحو المراقب، ويمكن استخدامها لتحديد سرعة دوران النجم.

التركيب الكيميائي: وهو يشير إلى نوعية المواد التي توجد في النجم ونسبة كل منها.

الحركة الدورانية: وتشير إلى سرعة دوران النجم حول نفسه، وتتأثر هذه الحركة بحجم النجم وشدة الجاذبية التي يتعرض لها.

الحركة الخاصة: تشير إلى حركة النجم في السماء، وتستخدم لتحديد موقع النجم وحركته على مدى الوقت.

الحركة الشظية: تشير إلى حركة النجم في الفضاء الثلاثي الأبعاد، وتستخدم لتحديد موقع النجم في المجرة وحركته بالنسبة للمجرة والكون بشكل عام.

العمر: وهو يشير إلى فترة استمرارية النجم في الإشعاع، ويتأثر هذا العمر بحجم النجم وكتلته وحرارته.

يتم قياس هذه المقادير باستخدام العديد من التقنيات والأدوات المختلفة، مثل المطيافية والفوتومترية وقياسات الحركة الخاصة والحركة الشظية، وتساعد هذه المقادير في فهم الطبيعة والتطور والتفاعلات داخل النجوم.

10-القدر الفلكي المنطق

القدر الفلكي المطلق هو القدر الذي يمكن تعيينه لأي جسم فلكي وفقًا لكمية الطاقة التي يشع منها. وهو عبارة عن السطوع الفعلي للجسم الفلكي إذا كان على بعد 10 فرسخ فلكي (أي 32.6 سنة ضوئية) من الأرض. يتم حساب القدر الفلكي المطلق باستخدام القدر الظاهري والمسافة من الأرض بواسطة معادلة خاصة تعتمد على مقياس السطوع المستخدم.

ويتم تحديده باستخدام قانون هينريتش هيرتزسبرونغ الذي يربط بين السطوع الظاهري والقدر الفلكي المطلق للنجم، وتعبر عنه بالأرقام الحقيقية المطلقة. ويمثل القدر الفلكي المطلق السطوع الفعلي للجرم السماوي، بغض النظر عن مدى بعده عن المراقب، ويعتبر مفيدًا في دراسة الخصائص الفيزيائية للأجرام السماوية، مثل الكتلة ودرجة الحرارة.

القدر الفلكي المطلق هو قدر النجم الذي يحدد بالاعتماد على الشدة الظاهرية للنجم ومسافته عن الأرض، بحيث يقيس شدة الإشعاع الذي ينبعث من النجم ويصل إلى سطح الأرض. يعبر القدر الفلكي المطلق عن الشدة الفعلية للنجم، بمعنى أنه يعطينا فكرة عن كمية الضوء الذي ينبعث من النجم بشكل فعلي.

يتم حساب القدر الفلكي المطلق باستخدام العلاقة التالية:

$$M = m - 5\log(d/10)$$

حيث:

M هو القدر الفلكي المطلق

m هو القدر الفلكي الظاهري

d هو المسافة بين النجم والأرض بالفرسخ الفلكي

تتراوح قيم القدر الفلكي المطلق بين −15 إلى +20 قدرًا فلكيًا، حيث تعتبر النجوم الأكثر لمعانًا أكثر سطوعًا وتحمل قيمًا سالبة، في حين تعتبر النجوم الأقل لمعانًا أقل سطوعًا وتحمل قيمًا موجبة أكبر.

11-مناقضة أولبرز

مناقضة أولبرز هي تجربة علمية قام بها الفيزيائي الألماني إرنست أولبرز في عام 1887، وهي أول تجربة نفيت فكرة وجود وسط مادي يسمى "الإثير"، والذي كان يعتقد سابقاً أنه يملأ الفراغ في الفضاء ويمكن استخدامه لتفسير ظاهرة الانكسار والانعكاس للضوء.

تتضمن التجربة وضع مرايا في مسارين متوازيين للضوء، وباستخدام جهاز يدعى الإنترفيرومتر، تم قياس أي تأخير يحدث في وصول الضوء بين المسارين المتوازيين. وقد تبين أنه لا يوجد أي تأخير في وصول الضوء، مما يدل على عدم وجود وسط مادي يحمل الضوء في الفراغ.

تعد مناقضة أولبرز من أهم التجارب العلمية في القرن التاسع عشر، وقد ساعدت في إثبات فكرة النسبية في الفيزياء وتطور نظريات فيزياء الجسيمات الحديثة.

12-أطياف النجوم

أطياف النجوم هي نموذج لتحليل ضوء النجوم، وتشير إلى الألوان المختلفة التي تظهر في طيف النجوم، والتي تدل على العناصر الموجودة في النجم ودرجة حرارته. وتتكون الأطياف الفلكية من عدة عناصر مميزة، وتصنف وفق نوعية النجم وخصائصه، وتحدد أيضًا الخصائص الفيزيائية للنجم، مثل درجة الحرارة والضغط والكثافة والسرعة. وتتكون الأطياف الفلكية من خطوط ضوئية، ويتم تحليلها باستخدام مطيافية، ويمكن من خلالها تحديد التركيب الكيميائي للنجم.

توجد عدة أنواع من الأطياف الفلكية، بما في ذلك:

الأطياف النجمية الطيفية: وتحدد عناصر النجم وتكون من خلال القياس المباشر للطيف الفلكي.

الأطياف النجمية السطحية: وتحدد درجة حرارة سطح النجم، ويتم حسابها باستخدام الأطياف النجمية الطيفية.

الأطياف النجمية السرعوية: وتحدد سرعة النجم في اتجاه الرصد، وتكون من خلال قياس الانزياح الطيفي للخطوط الطيفية.

الأطياف النجمية الدورانية: وتحدد سرعة دوران النجم، وتكون من خلال الانحراف في الطيف الفلكي للخطوط الطيفية بسبب دوران النجم.

ويمكن استخدام الأطياف الفلكية لدراسة الخصائص الفيزيائية للنجوم وتطورها، وتحديد المواد الموجودة في الفضاء الخارجي، والتعرف على العناصر المكونة للكواكب والمذنبات والنيازك وغيرها من الأجرام الفلكية.

13-الرسم البياني لهيرتزبرونغ-راسل (مخطط هيرتزبرونغ-راسل)

مخطط هيرتزبرغ-راسل (Hertzsprung–Russell diagram) هو مخطط يستخدم في الفلك لتصنيف وتصور خصائص النجوم. يعرض المخطط الشمولي بين درجة الحرارة الفعالة للنجوم (على محور الأفقي) وسطوع النجوم (على محور الرأسي). وعادةً ما يستخدم تصنيف هيرتزبرغ-راسل للكواكب الخارجية وغيرها من الأجرام الفلكية كذلك.

ويظهر المخطط ترتيب النجوم وفقاً للمعلومات التي تم جمعها حول درجة الحرارة والسطوع والحجم ونوع النجم. فمثلاً، يتواجد النجوم الأكثر سطوعاً في المنطقة العليا اليسرى من المخطط، وتشمل هذه النجوم العملاقة الحمراء والنجوم العملاقة الزرقاء. بينما تتواجد النجوم الأقل سطوعاً في المنطقة السفلى اليمنى من المخطط، وتشمل هذه النجوم النجوم الحمراء الصغيرة والنجوم البيضاء والنجوم المتوسطة الحجم.

ويستخدم المخطط في العديد من الأبحاث الفلكية، مثل دراسة تطور النجوم وتصنيفها وتحديد عمرها والتعرف على تراكيب النجوم والتنبؤ بسلوكها في المستقبل.

14-النجوم المتعددة

النجوم المتعددة هي نظام نجمي يتألف من اثنين أو أكثر من النجوم التي تدور حول بعضها البعض بالجاذبية المتبادلة. يتميز النجوم المتعددة بأنها تحتوي على عدة نجوم في نظام واحد، وهي موجودة في مختلف أنواع النجوم بما في ذلك العملاقة الحمراء والنجوم الزرقاء الضخمة والنجوم الصغيرة.

تتفاوت النجوم المتعددة في حجمها وشكلها، فهناك النجوم المزدوجة التي تحتوي على نجمين فقط، وهناك النجوم الثلاثية التي تحتوي على ثلاثة نجوم، وهناك أيضاً النجوم الرباعية والخماسية والأكثر تعقيداً.

يمكن للنجوم المتعددة أن تكون ذات أنظمة حركية معقدة، حيث تتفاعل النجوم المختلفة في نظام واحد مع بعضها البعض بالجاذبية، مما يؤدي إلى تغيير حركة النجوم ومساراتها. وبالتالي فإن دراسة النجوم المتعددة يمكن أن تساعد في فهم أفضل لتطور النجوم وتفاعلاتها في الكون.

15-نجم النوفا

نجم النوفا هو نوع من النجوم المتغيرة، وهي نجوم يتغير توهجها بشكل دوري أو غير دوري. تحدث النوفا عندما تحترق طبقة من الهيدروجين على سطح نجم مدمج، ويتم تفاعل هذه الطبقة مع المادة المحيطة بها، مما يؤدي إلى انفجار مفاجئ وزيادة سطوع النجم بشكل كبير، ومن ثم يعود إلى سطوعه الأصلي ببطء خلال فترة من الوقت.

تختلف النوفا عن النجم الزائر، وهو نوع آخر من الانفجارات الفلكية التي تحدث عندما يصطدم نجم بآخر ويسبب انفجاراً، بأن النوفا تحدث داخل نظام مزدوج من النجوم المتكاملة، وعندما يصل النجم الصغير الحجم والكثافة إلى سطح النجم الكبير الحجم والكثافة، تبدأ العملية السابقة التي يمكن أن تؤدي إلى انفجار.

تعد النوفا حدثاً نادراً، ويتم رصدها بشكل أساسي من خلال المراقبة الفلكية. وهي تحدث بشكل متكرر في المجرة العنكبوتية (M31) ومجرتنا درب التبانة (Milky Way).

16-نجم نوفا العظمى

نجم نوفا العظمى هو حدث فلكي يحدث عندما ينفجر نجم ذي كتلة صغيرة إلى حجم الشمس ويبدأ بإطلاق كميات كبيرة من المواد الغازية إلى الفضاء الخارجي. ويتميز هذا الحدث بزيادة سطوع النجم المنفجر بشكل كبير، ويمكن أن يصل إلى ملايين المرات أكثر من سطوع النجم قبل الانفجار. وعندما ينفجر النجم، يطلق الغاز والغبار في جميع الاتجاهات، مما يؤدي إلى إنشاء نسيج النجوم الجديدة والأجرام الفلكية الأخرى. ويمكن أن تستمر عملية الانفجار لعدة أسابيع أو أشهر، وبعد ذلك يمكن أن يعود النجم إلى سطوعه الأصلي.

17-الخفاقات

الخفاقات (Pulsars) هي نوع من النجوم الثاقبة المتناهية الصغر، والتي تتميز بنبضات من الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من قطبيها المغناطيسيين. وتسمى أيضًا بـ "نجم الدوارة السريعة"، حيث تدور بسرعة عالية جدًا بمحور ثابت، وتصدر إشارات منتظمة تتردد بشكل دوري. تعد الخفاقات أحد أكثر الأجرام الفلكية غموضًا وغرابة في الكون، حيث يتم توليدها من انهيار نجم ثقيل بعد نفاد الوقود النووي، وبعض الخفاقات تمتلك كتلة الشمس ولكنها تدور بمعدلات تصل إلى مئات المرات في الثانية.

تم اكتشاف أول خفاقة في عام 1967م بواسطة جرادسكي وهوبل، ويعتقد أن هذه الإشارة التي استقبلوها من الفضاء هي الإشارة الأولى لخفاقة تم اكتشافها. ومنذ ذلك الحين، تم اكتشاف المزيد من الخفاقات في مختلف أنحاء الكون، والتي تشكل جزءًا هامًا من دراسة الفلك الحديثة.

18-انواع الخفاقات

توجد عدة أنواع من الخفاقات، ومنها:

1 -الخفاقات النجمية النبضية: وهي تحدث عند نجوم متغيرة القدر الظاهري، حيث يتمدد النجم ويتقلص بشكل دوري في نظام مغلق، ويمكن استخدام هذه الخفاقات لتحديد المسافة بين الأرض والنجوم.

2 -الخفاقات النجمية الثنائية: وهي تحدث عند نظامين نجميين يتبادلان الكتلة بشكل متباين، ويمكن استخدام هذه الخفاقات لتحديد الخصائص الفيزيائية للنجوم الثنائية.

3 -الخفاقات النجمية العامة: وهي تحدث عند النجوم الشابة الساطعة، حيث يتغير سطوع النجم بشكل غير منتظم، ويمكن استخدام هذه الخفاقات لدراسة النشاط الفيزيائي داخل النجوم.

4 -الخفاقات النجمية الفائقة: وهي تحدث عند النجوم الثقيلة التي تنتهي حياتها بانفجار عنيف يسمى الانفجار النووي الفائق، ويمكن استخدام هذه الخفاقات لفهم عمليات النشاط النووي في النجوم.

5- الخفاقات النجمية المتغيرة العشوائية: وهي تحدث عند النجوم العشوائية التي تتغير سطوعها بشكل عشوائي دون وجود أي نمط محدد، ويمكن استخدام هذه الخفاقات لتحديد الأنماط العشوائية في التغيرات النجمية.

19-الثقب الأسود

الثقب الأسود هو منطقة في الفضاء التي يكون فيها قوة الجاذبية هائلة جداً إلى درجة أنها تمتص كل شيء يمر بها، حتى الضوء. وتتكون الثقوب السوداء من كتلة هائلة تكون مركزة في مساحة صغيرة جداً، وذلك يؤدي إلى أن حول الثقب الأسود يوجد مجال جاذبية هائل ويصعب الفرار منه. تأتي أغلب الثقوب السوداء من تحول نجوم عملاقة إلى كتلة صغيرة جداً، ويمكن للثقوب السوداء أن تتحرك في الفضاء وتندمج مع بعضها البعض لتشكل ثقوباً سوداء أكبر. تتعدد النظريات والافتراضات حول الثقوب السوداء، ولم تتمكن العلوم حتى الآن من الوصول إلى إجابة نهائية ودقيقة حول طبيعتها وكيفية عملها.

20-أنواع الثقب الأسود

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الثقوب السوداء:

الثقب الأسود الكتلي: وهو نتيجة لانهيار نجم فائق الكتلة، ويتراوح كتلته بين 3 إلى 20 مرة كتلة الشمس.

الثقب الأسود الوسطي: يقع في مركز المجرة، وهو أكبر بكثير من الثقوب الأسود الكتلية. يعتقد العلماء أنه يتكون عن طريق الاندماج بين عدة ثقوب أسود أصغر حجمًا.

الثقب الأسود النشط: وهو ثقب أسود يتغذى على المواد المحيطة به وينتج منبعًا قويًا للإشعاع يسمى الانبعاث اللاسع، وتعتبر هذه الظاهرة مؤشرًا على وجود ثقب أسود نشط.

21-خصائص الثقب الأسود

الثقب الأسود هو كتلة هائلة من الأشياء مضغوطة إلى نقطة صغيرة جدًا، مما يخلق جاذبية هائلة جدًا. يتميز الثقب الأسود بعدة خصائص، بما في ذلك:

1 -الجاذبية الهائلة: يعتبر الثقب الأسود الكائن الذي يمتلك الجاذبية الأقوى في الكون، حيث يتميز بقوة جذب هائلة لا تسمح لأي جسيمات بالفرار منه.

2 -الحقيقة المدهشة للمادة المكونة للثقب الأسود: فالثقب الأسود يتكون من كتلة هائلة من المادة المضغوطة، والتي تصل إلى درجة أنها تتحول إلى نقطة صغيرة جدًا.

3 -عدم وجود نور: لأن الجاذبية الهائلة للثقب الأسود لا تسمح لأي شيء، حتى الضوء، بالفرار منه، فهو يبتلع كل شيء يمر بالقرب منه، بما في ذلك الضوء.

4 -الحيز الزمني المشوه: يؤثر وجود الثقب الأسود على الحيز الزمني في المكان المحيط به، حيث يتم تشويهه بشكل كبير جدًا، بحيث يتم سحب المادة المحيطة به نحو الثقب الأسود بمعدلات هائلة جدًا.

5- التأثير على الحياة: يتم دراسة الثقوب السوداء وتحريكها ومراقبتها عن كثب، لأنها تؤثر على الأجسام المحيطة بها وعلى الكون بشكل عام.

22-نجوم السديم Nebula

نجوم السديم هي نجوم تشكلت داخل سديم، وهي تشكل نتيجة لانهيار الغاز والغبار في السديم، مما يؤدي إلى زيادة الضغط ودرجة الحرارة في مركز السديم، وتبدأ بذلك عملية اندماج الهيدروجين في النواة

النجمية المتكونة، وهذا يسمح بإصدار طاقة شديدة، مما يؤدي إلى إشعاع الضوء والحرارة وتوليد المجال المغناطيسي حول النجم.

تختلف نجوم السديم عن النجوم العادية في أنها تشكلت في بيئة مختلفة، حيث تشكلت في بيئة غنية بالغاز والغبار والعناصر الثقيلة. ومن الممكن أن تتشكل نجوم السديم في السحب الجزيئية والسديم الكوني والسديم الكوكبي، ويمكن أن تتنوع نجوم السديم بشكل كبير في الحجم ودرجة الحرارة والتركيب الكيميائي، ومن الممكن أن تشكل نجوم السديم مجموعات نجمية كاملة.

الدرس التاسع: المجرات

مقدمة

المجرات هي تجمعات ضخمة من النجوم والغاز والغبار والعناصر الثقيلة والمادة المظلمة والطاقة في الفضاء، تتراوح حجومها بين عشرات الآلاف إلى ملايين من السنوات الضوئية، وتشكل جزءًا هامًا من الكون المرئي.

تحتوي المجرات على ملايين ومئات الملايين من النجوم، وتتنوع المجرات في الشكل والحجم والتركيب الكيميائي والعمر، وتصنف المجرات بناءً على شكلها وتركيبها وتطورها.

تعتبر المجرات أحد المفاهيم الأساسية في علم الفلك والفيزياء الفلكية، حيث تساعد في فهم تطور الكون وبنيته وخصائصه، وقد أظهرت الدراسات الحديثة أن المجرات تلعب دورًا حاسمًا في عدد من الظواهر الكونية مثل تشكل النجوم والثقوب السوداء والانفجارات العظيمة والتوزيع الكوني للمادة والطاقة.

وتعتبر دراسة المجرات من المجالات الرئيسية في علم الفلك، وتشمل تحليل البيانات الفلكية المتعلقة بالمجرات ودراسة بنيتها وخصائصها وتطورها، وتساعد في فهم أسس الكون وتطوره ونشأته.

1-دوران نظام المجرات

دوران نظام المجرات هو حركة دوران العديد من المجرات حول مركز الجاذبية المشترك بينها. ويشمل هذا النظام مجموعة من المجرات المرتبطة ببعضها البعض بالجاذبية، وتحرك كل مجرة في مدار حول المركز المشترك بسبب تأثير قوة الجاذبية التي تمارسها المجرات الأخرى في النظام.

وتتأثر حركة دوران نظام المجرات بالكتلة والحركة والتوزيع المادية للمجرات الفردية، ويمكن أن تكون حركة المجرات في نظام المجرات الداخلية بطيئة جدًا، في حين أنها يمكن أن تصل إلى سرعات عالية جدًا في نظام المجرات الخارجية.

يعتقد العلماء أن نظام المجرات الذي يحتوي على أعداد كبيرة من المجرات يتأثر بالعديد من القوى الفيزيائية المختلفة، مثل الجاذبية والتفاعلات الكهرومغناطيسية والاندماج النووي. ويمكن لهذه القوى أن تؤدي إلى اختلافات في الحركة وتوزيع المادة داخل نظام المجرات وتساعد في فهم تطور النظام وتشكله.

ومن أمثلة أنظمة المجرات المعروفة التي تحتوي على حركة دوران نظام المجرات هي "نظام المجرة المحلية" الذي يحتوي على مجموعة من المجرات الصغيرة التي تدور حول بعضها البعض، ونظام المجرات المركزية الذي يحتوي على مجموعة من المجرات الكبرى التي تدور حول مركز مشترك.

2-تكوين النجوم

تكوين النجوم هو عملية معقدة تحدث في الفضاء الخارجي. تبدأ هذه العملية بوجود سحابة ضخمة من الغاز والغبار المعروفة باسم "السحابة الجزيئية". تحت تأثير الجاذبية الشديدة، تتجمع الغازات والغبار داخل السحابة الجزيئية وتشكل تجمعات كبيرة تسمى "النوى الغازية". تتزايد كتلة النوى الغازية تدريجياً بسبب جذب الجاذبية الذي يزداد كلما زادت الكتلة، ويؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة والضغط داخل النواة.

بمجرد أن يصل الضغط والحرارة داخل النواة إلى مستوى معين، يبدأ الاندماج النووي وتحول الهيدروجين إلى هيليوم، ويحدث خلال هذه العملية إطلاق كميات هائلة من الطاقة والضوء. هذه الطاقة المنبعثة تعمل على تدفئة النواة وزيادة ضغطها، مما يؤدي إلى الحفاظ على عملية الاندماج النووي.

تستمر هذه العملية النووية داخل النجم لعدة ملايين من السنين، ويتحول الهيدروجين إلى هيليوم، ومن ثم الهيليوم إلى عناصر أثقل. وعندما تنفد الوقود النووي في النجم، تتوقف العملية النووية ويبدأ النجم في التضاؤل والانكماش إلى حجم أصغر. في هذه المرحلة، يمكن للنجم أن يخرج بانفجار هائل يعرف باسم "المستعر الأعظم"، ويسمى النجم الناتج عن هذا الانفجار "النجم النيوتروني" أو "الثقب الأسود" إذا كان كتلته كبيرة جداً.

تختلف مدة حياة النجوم حسب كتلتها، النجوم الأصغر بكثير من الشمس، تسمى "النجوم القزمة"، يستمر عمرها لعشرات المليارات من السنين. في حين أن النجوم الأكبر بكثير من الشمس، مثل "النجوم العملاقة"، تحترق بسرعة أكبر وتنفد وقودها النووي بعد فترة قصيرة، وتنفجر بشكل كبير عند نهاية عمرها. كما يتشكل النجوم في مجموعات تدعى "السدم النجمية"، حيث يتجمع عدد كبير من النجوم في مكان واحد.

تعد النجوم من أهم المصادر المرئية في الكون، إذ تنبعث منها أشعة الضوء والحرارة والطاقة اللازمة لدعم الحياة على الأرض وفي كواكب أخرى. كما تلعب النجوم دوراً مهماً في الفهم العلمي للكون، حيث يتم دراسة تركيبها وخصائصها لفهم العمليات الفيزيائية التي تحدث في الكون بشكل عام.

3-تكوين أنظمة الكواكب

يعتقد العلماء أن تكوين أنظمة الكواكب يحدث عندما تدور الغيوم الغازية الضخمة حول النجوم الشابة، حيث تبدأ عملية التجمع لتشكل الكواكب والأجرام السماوية الأخرى. تحدث هذه العملية عندما تتراكم الجاذبية الموجودة في الغيوم الغازية لتشكل مركزاً مركزياً يعرف بـ "النواة"، ويتبع ذلك تجمع المواد المحيطة بالنواة لتشكل الأجرام السماوية، ومنها الكواكب.

تختلف أنظمة الكواكب في العديد من الجوانب، بما في ذلك حجم الكواكب وتكوينها الكيميائي وشكل المدارات التي تدور عليها. يعتبر نظامنا الشمسي نموذجًا مهمًا لأنظمة الكواكب، إذ يتكون من الشمس وثمانية كواكب رئيسية وعدد من الأجرام الصغيرة مثل الأقمار والكويكبات.

تتوافر البيانات والمعلومات حول أنظمة الكواكب بفضل التطورات في التكنولوجيا والأدوات الفلكية، مما يمكن العلماء من دراسة التركيب الداخلي والمدارات والبيئات الجوية والسطحية للكواكب المختلفة.

تشير الأبحاث الحديثة إلى وجود العديد من الكواكب الموجودة في مناطق النجوم الأخرى خارج نظامنا الشمسي، والتي تسمى بـ "الكواكب الخارجية" أو "الكواكب الغريبة"، وقد تم اكتشاف العديد منها في السنوات الأخيرة باستخدام التقنيات الحديثة للكشف عن الكواكب، مثل تقنية ال tramsit والتي تعتمد على قياس الانخفاض الضوئي الذي يحدث عندما تمر الكوكب أمام النجم الأم.

يعتبر تكوين أنظمة الكواكب من الأحداث الهامة في تاريخ الكون، حيث يمكن أن تحدث عمليات تطور في الكواكب تؤدي إلى وجود الحياة. ويتطلع العلماء إلى دراسة المزيد من النظم الكوكبية والبحث عن الكواكب الشبيهة بالأرض لفهم تكوين النظم الكوكبية وكيفية نشوء الحياة في الكواكب الأخرى.

4-دورة الهيدروجين في المجرة

دورة الهيدروجين في المجرة هي الدورة الحيوية الرئيسية لتشكل النجوم في المجرات. تبدأ هذه الدورة عندما يتم اضطراب سحابة الغاز الهيدروجيني في المجرة، سواء بسبب تدخل خارجي مثل اصطدام مجرتين أو بسبب الحركة الدورانية الداخلية للمجرة. يتم تكثيف الغاز الهيدروجيني المشوه إلى مركز الضغط في المجرة بسبب الجاذبية الكبرى وتسخينه بسبب الاحتكاك الداخلي والانهيار الجاذبي الذاتي.

من ثم، تبدأ عملية التفاعل النووي داخل الغاز الهيدروجيني المتكثف في المركز، حيث تتحول البروتونات إلى نيوترونات وتطلق طاقة بشكل مستمر، مما يسبب ارتفاع درجة حرارة النواة الهيدروجينية والغاز المحيط بها. هذه العملية تؤدي إلى تكون نواة نجم جديد يطلق عليه اسم "نجم موجة المياه."

يستمر النجم في التفاعل النووي داخل نواته الهيدروجينية، مما يسبب إطلاق طاقة شمسية ضخمة وانبعاثات من الضوء والحرارة والإشعاع الكهرومغناطيسي في كل اتجاه. تستمر هذه الدورة لعدة مليارات من السنين حتى ينفد الهيدروجين في نواة النجم ويبدأ في التفاعلات النووية الأخرى التي قد تؤدي في نهاية المطاف إلى انهيار النجم إلى شكل نهاية حمراء، ويمكن أن تكون هذه العملية الأساسية لتشكل النجوم في المجرات هي السبب وراء وجود مجموعة متنوعة من الأجرام السماوية في المجرات وتكويناتها المتنوعة.

عندما ينفد الهيدروجين في نواة النجم، يتوقف التفاعل النووي وينخفض الضغط النووي، مما يؤدي إلى انهيار النجم تحت تأثير جاذبيته الذاتية. هذا الانهيار الجاذبي يولد درجة حرارة وضغطًا كافيًا لبدء عملية تفاعل نووي جديد في طبقة الهيليوم المحيطة بنواة النجم. يسمى النجم الذي يخوض هذه الدورة بـ "نجم عملاق" ويستمر هذا النشاط لعدة مراحل حتى ينفد الهيليوم في نواة النجم.

عندما ينفد الهيليوم، ينهار النجم من جديد تحت تأثير جاذبيته الذاتية، ويمكن أن يخوض دورة جديدة تبدأ عند بدء تفاعل نووي في طبقات أعلى، مثل الكربون والأكسجين. وتستمر هذه الدورة حتى ينفد الوقود في نواة النجم، وهو ما يؤدي في النهاية إلى انهياره إما في شكل نجم نيوتروني أو ثقب أسود، وهو ما يطلق عليه "نهاية النجم."

يمكن القول إن دورة الهيدروجين هي الأساس الحيوي لتشكل النجوم في المجرات، وهي عملية مستمرة ومتكررة وتستمر لملايين السنين. ومن خلال دراسة دورة الهيدروجين والتفاعلات النووية الأخرى، يمكن فهم العمليات الفيزيائية التي تحدث داخل النجوم وتشكلها، وهذا يعتبر مفتاحًا لفهم الكون بشكل عام.

5-متابعة تطور المجرة

تتطور المجرات على مدى ملايين ومليارات السنين، ويتم ذلك عن طريق عدة عوامل، منها التداخل المجري وتفاعلات النجوم والتدرج الزمني للنجوم والغاز الموجود داخل المجرة.

يتم التداخل المجري عندما تتداخل المجرتان فيما بينهما، ويمكن أن يؤدي هذا التداخل إلى حدوث اندماج بين المجرتين وتكون مجرة جديدة. ويمكن أن يؤدي التداخل إلى تكوين نجوم جديدة وتحرر غازات جديدة في المجرة.

تفاعلات النجوم هي عمليات نووية تحدث داخل النجوم، وتؤدي إلى تغيير خصائصها وتكوين عناصر جديدة. وبمرور الزمن، تتشكل نجوم جديدة وتنفجر النجوم القديمة، ويمكن أن يتم إطلاق غازات جديدة في المجرة وتغير مظهرها.

يحدث التطور التدريجي للنجوم عندما تتغير خصائصها مع مرور الزمن، ويؤدي ذلك إلى تشكل نجوم أكبر وأكثر سطوعًا. كما يتم تطور الغاز الموجود داخل المجرة، حيث يمكن أن يكون للغاز تأثير على عمليات تكوين النجوم والعمليات النووية التي تحدث داخل النجوم.

باختصار، يمكن القول إن المجرات تتطور على مدى الوقت عن طريق عوامل متعددة ومتشابكة، وتحدث عمليات مستمرة داخل المجرات تؤدي إلى تغييرات في بنيتها ومظهرها وتكوينها. ومن خلال دراسة هذه العمليات، يمكن فهم تطور المجرات وتحديد مدى تأثيرها على الكون بشكل عام.

6-تصنيف المجرات

توجد العديد من الأنواع المختلفة للمجرات في الكون، ويمكن تصنيفها بناءً على هيئتها وبنيتها وخصائصها الفيزيائية. وفيما يلي بعض الأنواع الشائعة للمجرات:

المجرات الحلزونية :(Spiral Galaxies) وهي المجرات التي تتميز بشكل حلزوني يظهر فيها ذراعان ملتفتان حول النواة المركزية، وتحتوي عادة على نجوم شابة ومناطق نشطة لتكوين النجوم. وتشمل المجرة المنتظمة (M31) التي تحتوي على أكثر من 100 مليار نجم.

المجرات الإهليلجية :(Elliptical Galaxies) وهي المجرات التي تتميز بشكل بيضوي أو كروي وتحتوي عادة على نجوم قديمة ولا تحتوي على ذراعان حلزونيتان. وتشمل المجرة M87 التي تحتوي على حفرة سوداء ضخمة في مركزها.

المجرات الشاذة :(Irregular Galaxies) وهي المجرات التي لا تتميز بأي شكل من الأشكال الهندسية الرئيسية ويمكن أن تحتوي على ذراعان حلزونيتان أو تحتوي على نجوم شابة ونشطة لتكوين النجوم. وتشمل المجرة الكبيرة السحابية (LMC) التي تحتوي على نجوم شابة ومناطق نشطة لتكوين النجوم.

المجرات المعدنية الفقيرة :(Metal–Poor Galaxies) وهي المجرات التي تحتوي على نسب منخفضة جداً للعناصر الثقيلة مثل الحديد، وعادةً تكون هذه المجرات قديمة جداً وتكونت في المرحلة المبكرة من تاريخ الكون.

المجرات الفائقة السطوع (Ultra–Luminous Galaxies): وهي المجرات التي تحتوي على كميات هائلة من الطاقة وتشمل بشكل غير طبيعي في الطيف الإلكترومغناطيسي، ويعتقد أن السبب وراء ذلك هو تفاعلات نشطة تجري داخلها مثل تكوين النجوم أو تفاعلات قوية تجري في مراكزها مثل حفرة سوداء ضخمة.

المجرات العدسية :(Lenticular Galaxies) وهي المجرات التي تتميز بشكل بين المجرات الحلزونية والإهليلجية وتحتوي على نجوم قديمة ولا تحتوي على ذراعان حلزونيتان.

المجرات النجمية :(Starburst Galaxies) وهي المجرات التي تحتوي على نشاط كبير لتكوين النجوم وتتميز بكثافة عالية للغاية من النجوم الشابة.

المجرات العملاقة :(Giant Galaxies) وهي المجرات التي تحتوي على ملايين أو مليارات النجوم، مثل مجرتنا درب التبانة.

هذه بعض الأنواع الشائعة للمجرات، وتوجد العديد من الأنواع الأخرى التي يمكن تصنيفها بناءً على مختلف الخصائص.

الدرس العاشر: الانفجار العظيم وتوسع الكون

مقدمة

يعد الانفجار العظيم (Big Bang) هو الحدث الأساسي الذي أدى إلى تكوين الكون، وقد وقع هذا الحدث قبل حوالي 13.8 مليار سنة. يعتبر الانفجار العظيم بمثابة بداية الكون حيث بدأت الكتلة والطاقة تنتشر في كل الاتجاهات، وتمدد الكون بشكل سريع ومستمر حتى يومنا هذا.

تشير النظرية الحديثة لتوسع الكون إلى أن الكون يتمدد بسرعة متزايدة، وقد اكتشف علماء الفلك هذا الأمر من خلال قياس سرعة الأجرام السماوية في الكون. وبالتالي، فإن توسع الكون يعتبر النتيجة المباشرة للانفجار العظيم.

على الرغم من أن الانفجار العظيم حدث منذ ملايين السنين، إلا أنه ما زال يثير اهتمام العلماء والباحثين في الفلك والفيزياء، حيث يتم استكشاف الكون ودراسة تركيبه وخصائصه المختلفة لفهم ما حدث خلال الأزمنة البعيدة وما زال يحدث في الوقت الحالي.

إن فهم توسع الكون والانفجار العظيم يعد أساسيًا لفهم تطور الكون وتكوين النجوم والمجرات وغيرها من الظواهر الكونية، ويعتبر توسع الكون الأساس الذي يعتمد عليه العلماء في دراسة الكون وفهمه.

1-الاشعاع الكوني

الإشعاع الكوني هو نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يملأ الكون. يتألف هذا الإشعاع من موجات كهرومغناطيسية بمختلف الترددات، بدءًا من الموجات الطويلة جدًا مثل الموجات الراديوية وصولاً إلى الموجات القصيرة جدًا مثل الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية.

يتم إنتاج الإشعاع الكوني من مصادر مختلفة، بما في ذلك:

الإشعاع المتبقي من الانفجار العظيم :(Big Bang) وهو الإشعاع الذي تم إطلاقه أثناء بداية تكوين الكون، والذي يسمى أيضاً الإشعاع الكوني الأساسي.

النجوم: حيث تصدر النجوم إشعاعًا في جميع أطوال الموجات الكهرومغناطيسية، بما في ذلك الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية.

الثقوب السوداء: حيث تنتج الثقوب السوداء إشعاعًا عندما تمتص المادة الضوئية وتبعثها على شكل إشعاع حراري.

الكائنات الفلكية الأخرى: مثل النيازك والمجرات والمجرات النجمية.

تعتبر دراسة الإشعاع الكوني أحد الوسائل الرئيسية التي يستخدمها العلماء لفهم تكوين الكون وتطوره، حيث يمكن من خلالها استخراج معلومات عن تركيب الكون وتوزيع الكتلة فيه والتغيرات التي حدثت في الكون عبر الزمن. ويتطلع العلماء إلى مزيد من الاكتشافات والدراسات المتعلقة بالإشعاع الكوني لفهم الكون بشكل أفضل.

2-عمر الكون

يُعتبر عمر الكون من الأسئلة الكبرى في الفلك، حيث يحاول العلماء التقريب من قيمته بالتحليل والتحليل الفيزيائي للبيانات المتاحة والمقياسة من خلال الأجهزة المختلفة. وعلى الرغم من أن القيمة الدقيقة لعمر الكون لا يزال يثير الجدل، إلا أنه يتراوح بين 13.7 إلى 14.0 مليار سنة، بناءً على نتائج الدراسات والقياسات الأخيرة.

ويتم تحديد عمر الكون بعدة طرق، ومنها قياس عمر النجوم الأقدم في المجرات المختلفة باستخدام التحليل الفيزيائي لحركتها وخصائصها الطيفية، وكذلك قياس كثافة الإشعاع الكوني الذي يمثل بقايا الانفجار العظيم. كما يتم تحديد عمر الكون بواسطة تحليل البيانات الفلكية المتعلقة بتطور المجرات وتوزيعها في الفضاء.

ومن المهم الإشارة إلى أن عمر الكون ليس ثابتًا، ولكنه يتغير مع مرور الوقت، حيث يتمدد الكون باستمرار، مما يؤدي إلى زيادة الفاصل الزمني بين الأحداث الكونية المختلفة. وبالتالي، فإن الحسابات الفيزيائية والنظريات الفلكية تعتمد على قيمة عمر الكون المحددة في الوقت الحاضر، والتي قد تتغير مع تطور الأدوات والتقنيات الحديثة المستخدمة في البحث الفلكي.

3-النسبية العامة

النسبية العامة هي نظرية علمية أساسية في الفيزياء الفلكية، وهي تصف الجاذبية كتحريك الأجسام في الفضاء والزمن. وتعتبر هذه النظرية من أهم الإنجازات العلمية في القرن العشرين، حيث أنها غيرت بشكل كبير فهمنا للكون وتفاعلاته.

تمت صياغة نظرية النسبية العامة في عام 1915 من قبل العالم الفيزيائي الألماني ألبرت أينشتاين، وتعتمد على فكرة أساسية وهي أن الجاذبية ليست قوة جاذبة بين الجسمين، وإنما تعتمد على هندسة

الفضاء والزمن. بمعنى آخر، يمكن تصوير الجاذبية كتشويه للفضاء والزمن عند وجود كتلة موجودة في مكان ما، حيث تؤثر على الجسيمات الموجودة في محيطها وتجعلها تحرك بشكل مختلف.

وقد أدت نظرية النسبية العامة إلى تطوير نماذج جديدة للفهم العميق للكون ومظاهره المختلفة، مثل التحولات في الزمن والمسافة والكتلة، وتوضيح الحركات الكونية العامة، مثل توسع الكون والثقوب السوداء والأبعاد الإضافية.

وتأثرت نظرية النسبية العامة بشكل كبير على الفلك، حيث أنها ساعدت في فهم مظاهر مختلفة للكون مثل:

1 –الجاذبية والمسافة: أدت نظرية النسبية العامة إلى إعادة تفسير فهمنا للجاذبية، حيث أنها تربط بين الجاذبية والمسافة والزمن، وتقدم تفسيرًا جديدًا للجاذبية الكونية.

2 –توسع الكون: وفي عام 1929، اكتشف عالم الفلك الأمريكي إدوين هابل أن المجرات تتحرك بعيدًا عن بعضها البعض، وهذا الاكتشاف يشير إلى توسع الكون. ويعتبر هذا الاكتشاف من أهم التطورات في الفلك ويعزز فهمنا لتطور الكون.

3 –الثقوب السوداء: وتشير نظرية النسبية العامة إلى وجود الثقوب السوداء، وهي مجموعات من المادة تحت شدة جاذبية شديدة جدًا تؤدي إلى امتصاص أي شيء يقترب منها بما في ذلك الضوء، وتشكل هذه الثقوب جزءًا من فهمنا لتشكل الكون.

4 –الأبعاد الإضافية: تشير نظرية النسبية العامة إلى وجود أبعاد إضافية في الكون، إلى جانب الأبعاد الثلاثة المألوفة، وتفسر هذه الأبعاد الإضافية تفاعلات الجاذبية في الكون بطريقة مختلفة.

بشكل عام، فإن نظرية النسبية العامة تعتبر أحد الأسس الأساسية للفهم الحديث للكون، وتساعد على فهم تفاعلاته وتطوره عبر الزمن والمسافة.

4–العلاقات الرياضية والمفاهيم النسبية العامة

نظرية النسبية العامة تشمل العديد من العلاقات الرياضية والمفاهيم التي تمكننا من فهم الكون وحركته. ومن بين هذه العلاقات:

1 –معادلة إينشتاين للنسبية العامة: تصف العلاقة بين الكتلة والطاقة والتأثير الذي ينتج عنها على هيكل الكون.

2 –مفهوم المجال المنحني: يصف الطريقة التي ينحني بها المجال ويؤثر على حركة الأجسام فيه، ويتم حسابها باستخدام الحقل الناتج عن توزع الكتلة.

3 –المتغيرات المعدلة: تستخدم لوصف توزيع الطاقة والكتلة والزخم في الكون، وتشمل المتغيرات المعدلة التسارع والتدرج.

4 –مفهوم المسار الزمني: يصف طريقة تغير المجال والزمن مع حركة الأجسام في الكون، وهو أساسي لفهم مفهوم الزمن المنقسم.

5 –الحقول الثقالية: تصف القوى التي تنتجها الكتلة والطاقة والحركة على هيكل الكون، وتحسب باستخدام الحقل الناتج عن توزيع الكتلة.

6 –مفهوم الشذوذ الزمني: يصف تشوه المجال والزمن في وجود كتل ضخمة وسريعة الحركة، ويتم حسابه باستخدام المتغيرات المعدلة والحقول الثقالية.

7 –الزمن النسبي: يعني أن الزمن يتغير بالنسبة للمراقب الذي يلاحظ الحدث. هذا يعني أن الحدث الذي يحدث في نقطة في الفضاء قد يحدث في وقت مختلف بالنسبة لمراقب آخر في موقع آخر.

8 –الانحناء المجالي: يعني أن كتلة كبيرة، مثل الشمس، يمكن أن تحني المجال المحيط بها وتؤثر على حركة الأجسام الموجودة في المجال المحيط بها.

9 –الانحناء الزمني: يعني أن كتلة كبيرة يمكنها أن تتسبب في انحناء الزمن وتغيير سرعة مرور الزمن في المجال المحيط بها.

10– التعرج الزمني: يعني أن الزمن يتعرج حول الأجسام الضخمة مثل الكواكب والنجوم بسبب تأثير المجال المحيط بها.

هذه هي بعض العلاقات الرياضية والمفاهيم الأساسية في نظرية النسبية العامة للفلك. تستخدم هذه العلاقات والمفاهيم في دراسة الكون وحركته، وتفسير ظواهر غريبة مثل الثقوب السوداء والأبعاد الإضافية في الفضاء.

5-قانون هوبل

قانون هوبل هو قانون في علم الفلك يصف توسع الكون، ويحدد سرعة ابتعاد المجرات عن بعضها البعض. وقد اكتشف هذا القانون من قبل عالم الفلك إدوين هوبل في عام 1929.

يقول قانون هوبل أن سرعة ابتعاد المجرات تتناسب مع المسافة بينها، بمعنى أن المجرات الأبعد تبتعد بسرعة أكبر. وهذا يعني أن الكون يتمدد بشكل مستمر ومتسارع، ويشير القانون إلى أن هذا التوسع قد بدأ منذ حوالي 13.8 مليار سنة عندما حدث الانفجار العظيم.

ويتم تعبير قانون هوبل بالمعادلة التالية:

$$v = H_0 \times d$$

حيث v هي سرعة ابتعاد المجرة، d هي المسافة بين المجرتين، و H_0 هو ثابت هوبل ويعبر عن سرعة توسع الكون في الوقت الحاضر. ويتم حساب قيمة H_0 حالياً بشكل دقيق باستخدام مجموعة متنوعة من الأدلة المراقبية، مثل المرصد الفضائي هابل والتحولات في الأشعة الكونية الخلفية.

وتعبر قيمة H_0 عن معدل توسع الكون الحالي، أو بمعنى آخر، عن كمية الزيادة في المسافة بين المجرات خلال وحدة الزمن. وتبلغ قيمة H_0 حالياً حوالي 73 كيلومتر في الثانية لكل ميجاپارسك.

ويعتبر قانون هوبل من أهم الأدلة التي تدعم فكرة التوسع الكوني، وتشير الأدلة الحديثة إلى أن هذا التوسع يزداد بسرعة، ولا يوجد دليل على أنه سيتوقف في المستقبل القريب، ولذلك فإن فهم هذا التوسع يلعب دوراً مهماً في دراسة تاريخ وتطور الكون.

6-الانفجار العظيم

الانفجار العظيم هو الظاهرة التي تفسر بأن الكون قد بدأ بالتوسع من نقطة صغيرة واحدة في البداية وهو ما يسمى بنقطة الانفجار العظيم، وقد حدث هذا الانفجار قبل حوالي 13.8 مليار سنة. وبعد الانفجار العظيم، بدأ الكون بالتوسع والانتشار في جميع الاتجاهات، وما زال يتوسع حتى الآن.

يشير العديد من الدراسات الفيزيائية إلى أن الانفجار العظيم حدث نتيجة لتراكم كميات هائلة من الطاقة والمادة في نقطة صغيرة جداً، وتحولت هذه الطاقة والمادة إلى شكل مضغوط وساخن جداً يعرف باسم البلازما، وبعد ذلك بدأت البلازما بالانتشار والتوسع، وتحولت المادة الناتجة إلى الغازات والمواد الأولية الأخرى التي شكلت الكواكب والنجوم والمجرات التي نراها اليوم.

ويعتبر الانفجار العظيم من الأحداث الأكثر أهمية في تاريخ الكون وتطوره، ويعد فهم هذه الظاهرة وما ترتبط بها من عمليات فلكية من أهم التحديات العلمية في الوقت الحالي.

بعد أن تمكن الفلكيون من قياس سرعات الاندفاع الكبيرة للمجرات البعيدة باستخدام تحليل طيفها، وتطور نموذج الكون الهادئ والثابت، بدأوا يلاحظون أن المجرات البعيدة تتحرك بعيداً عن المجرات القريبة منها، وأن سرعتها تزيد مع زيادة مسافتها عنا، وهو ما يعرف بتوسع الكون.

وقد اقترح العالم البلجيكي جورج ليميتر في عام 1927 نموذجاً لتوسع الكون، ولكنه لم يكن يعلم بما يحدث في العالم الفلكي في ذلك الوقت، إذ لم يكن هوبل قد اكتشف بعد قانون التوسع في الفضاء. وقد قام هوبل في العام 1929 بتحليل الطيف الضوئي الصادر عن المجرات، واكتشف أنه يحتوي على انحراف نحو اللون الأحمر، مما يدل على أنها تتحرك بعيداً عنا. ومن خلال دراسة المزيد من المجرات، توصل هوبل إلى أن السرعة التي تتحرك بها المجرات تزيد مع زيادة بعدها عنا، وهو ما عُرِف بقانون هوبل.

وبناءً على قانون هوبل والبيانات التي تم جمعها من خلال الرصد الفلكي، توصل العلماء إلى أن الكون يتوسع، وأن الأجرام السماوية تتحرك بعيداً عن بعضها البعض، وعنا بشكل أسرع مع زيادة بعد الفراق بينها. ويعتبر توسع الكون واحداً من أهم الاكتشافات في علم الفلك والفيزياء الفلكية، ويُعَدُّ أيضاً أحد الأسس الرئيسية لنموذج الانفجار العظيم في تطور الكون.

7-المادة الغير المرئية

تشير الأدلة الفلكية إلى أن هناك كميات هائلة من المادة الغير المرئية في الكون، والتي تمثل نحو 85٪ من إجمالي المادة في الكون. وتسمى هذه المادة المظلمة، لأنها لا تنبعث بالضوء ولا يمكن رؤيتها مباشرة. ومع ذلك، فإن وجود هذه المادة يمكن تحديده من خلال تأثيرها على الحركة الدورانية للمجرات والعناصر المرئية في الكون.

كما تشير الأدلة الحديثة إلى وجود مادة أخرى تسمى المادة الداكنة، والتي تمثل نحو 27٪ من المادة في الكون. وعلى الرغم من أن هذه المادة الداكنة لا تتفاعل بالطرق المعتادة مع المادة العادية، فإن وجودها يمكن تحديده من خلال تأثيراتها الجاذبية على المجرات والتجمعات الكونية.

تظل الأسباب الدقيقة وراء وجود المادة المظلمة والداكنة غير معروفة بشكل كامل حتى الآن، وتشكل هذه الأسئلة موضوعًا شائكًا في الفيزياء الحديثة. ومع ذلك، فإن دراسة هذه المادة المجهولة يمكن أن تساعد على فهم أساسيات بنية الكون وتطوره.

الـــمراجع

المراجع بالعربية

- أنور آل محمد، أساسيات علم الفلك، الطبعة الثانية، السعودية ، جمعية الفلك بالقطيف ، 2003.

- نبيل شاهين، أسس علم الفلك وأساليب الرصد الفلكي، المغرب، 1980

- للدكتور أحمد مراد عبد الحليم، الفلك: المعرفة الأساسية والمفاهيم المتقدمة، مصر، دار المعرفة، 2018.

- يوسف الحمداني ،الفلك وعلوم الفضاء ، الدار العربية للعلوم ناشرون، الأردن، 2010.

- حسن نصر، مقدمة في علم الفلك، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مصر، 2013.

- أيمن صلاح الدين مدخل إلى علم الفلك ، عين للنشر والتوزيع، مصر، 2016.

- محمد جلال الدين الزهراني الفلك العربي في العصر الإسلامي، مؤسسة الرسالة، لبنان، 2009.

المراجع بالأجنبية

Carl Sagan, Cosmos, Random House,United States, New York, 1980.

Stephen Hawking, A Brief History of Time, Bantam Books, United Kingdom, London, 1988.

Simon Singh,The Big Bang: A History of the Universe, Fourth Estate Publishers, London, United Kingdom, 2004.

Steven Weinberg, The First Three Minutes, Basic Books, United States, New York, 1977.

Caleb Scharf, Gravity's Engines: How Bubble-Blowing Black Holes Rule, Scientific American/Farrar, Straus and Giroux, New York, United States, 2012.

Galaxies, Stars, and Life in the Cosmos, Scientific American/Farrar, Straus and Giroux, New York, United States, 2012.