الوحدة 4

نشأة الكون

T h e Evolution of the Universe

أتأمّل الصّورة

يحتوي الكون الواسع على السُّدُمِ الغازية والمجرّات والنجوم، ويتسارع توسُّع الكون مع الزمن.

1. **كيف نشأ الكون؟**
2. **ما عمر الكون؟**

3. **ما الأدلة على تسارُع توسع الكون مع الزمن؟**

الإجابة:

1. هناك نظريات عدة تُفسر نشأة الكون أهمها **نظرية الكون المستقر ونظرية الانفجار العظيم** التي تُعد أكثر النظريات قبولا لدى علماء الفلك.
2. تمكن العلماء من حساب عمر الكون من خلال قانون ثابت هابل، وتم تقدير عمر الكون بحوالي **(billion years.(13.7**
3. الكون يتوسع متسارعًا عما كان عليه سابقًا والدليل على ذلك الطاقة المظلمة التي تُشكل **68.3%** من كتلة الكون وطاقته.

تجربة استهلاليّة

توسّع الكون

منذ اللحظة الأولى التي نشأ فيها الكون بفعل الانفجار العظيم بدأ بالتوسّع، ورافق ذلك زيادةٌ في حجمه ونقصانٌ في كثافته مع بقاء كتلته ثابتةً.

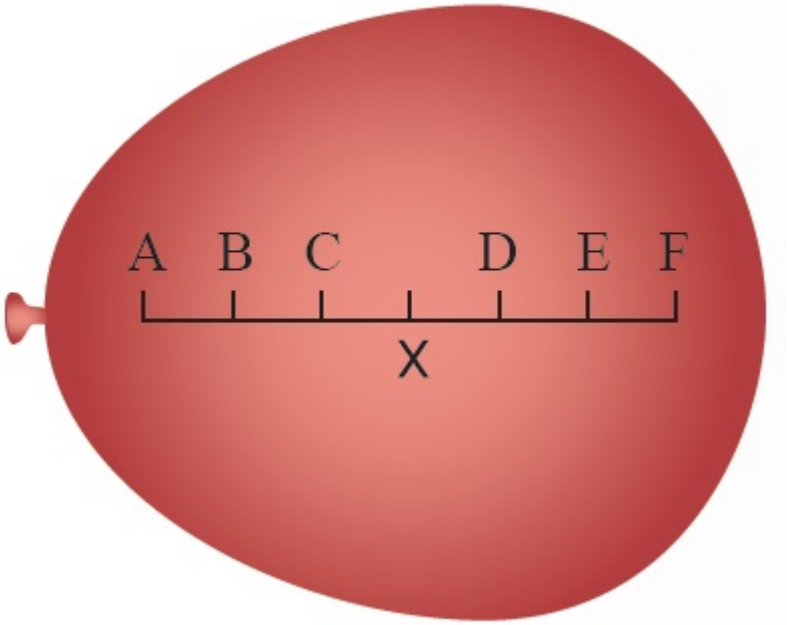
المواد والأدوات: بالون، قلم تخطيط (فلوماستر)، مسطرة أو شريط قياس متري.

إرشادات السلامة: الحذر من نفخ البالون لأكبر حجم حتى لا يؤدّي ذلك إلى انفجاره.

خطوات العمل:

1. أنفخُ البالون جزئيًّا إلى حجم قبضة يدي تقريبًا من دون أن أغلقه نهائيًّا؛ ليتسنّى لي تكرار نفخه.
2. أرسمُ على البالون المنفوخ خطًّا بوساطة قلم التخطيط، وأحدّد عليه سبع نقاط (A, B, C, X, D, E, F) تفصل بين كل نقطة وأخرى مسافة 1 cm، بحيث تمثّل كل نقطة مجرّة، وأحرص على أن تكون النقطة (X) نقطةً مركزيةً وسط تلك النقاط تمثّل

مجرّتنا (مجرّة درب التبّانة) أنظرُ الشكل



جانبًا.

3. أنفخُ البالون مرة أُخرى لأكبر حجم ممكن، وبينَ كلّ نقطة من (X) ثمّ أقيسُ المسافة بينَ النقطة النقاط الأُخرى.

4. أدوّنُ ملاحظاتي في الجدول الآتي:

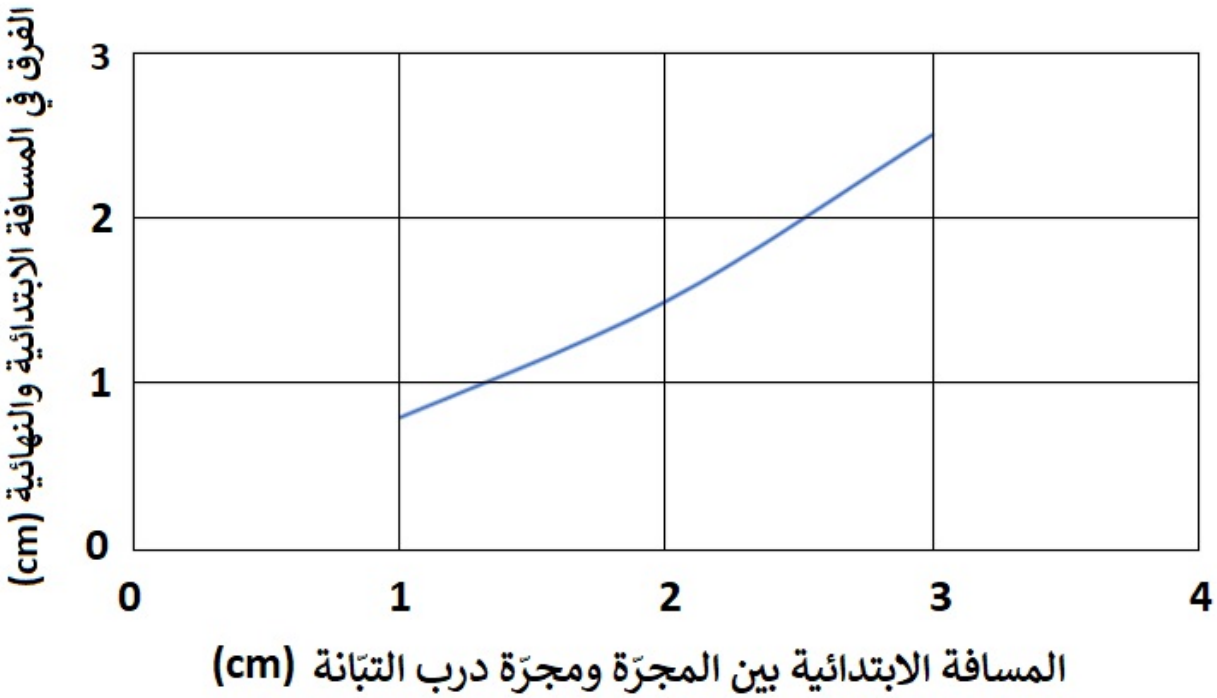
الإجابة: قد تختلف القيم المقاسة في العمودين الثاني والثالث من الجدول حسب اختلاف حجم قبضة يَد مَن يجري التجربة.

المجرّة	المسافة الإبتدائية بينَ المجرّة ومجرّة درب التبّانة (X) (cm)	المسافة النهائية بينَ كل المجرّة ومجرّة درب التبّانة (X) (cm)	الفرق في المسافة الابتدائية والنهائية للمجرّة عن مجرّة درب التبّانة (cm)
A	3	**5.5**	**2.5**
B	2	**3.5**	**1.5**
C	1	**1.8**	**0.8**
D	1	**1.8**	**0.8**
E	2	**3.5**	**1.5**
F	3	**5.5**	**2.5**

التحليل والاستنتاج:

1. **أرسم بيانيًّا** العَلاقة بينَ المسافة الابتدائية للمجرّة عن مجرّة درب التبّانة والفرق في المسافة الابتدائية والنهائية للمجرّة عن مجرّة درب التبّانة.

الإجابة:



2. **أصِف** الاتجاه الذي تتحرّك فيه المجرّات جميعها نسبةً إلى مجرّة درب التبّانة.

الإجابة: تتحرك المجرات جميعها مبتعدة عن مجرّة درب التبّانة.

3. **أستنتج** العَلاقة بين ما توصّلتُ إليه في هذه التجربة وكيفية توسّع الكون.

الإجابة: يتوسّع الكون نتيجة تباعد المجرات عنا وعن بعضها البعض بسرعات مختلفة.

الدرس 1

نظريّات نشأة الكون

الفكرة الرئيسة:

نشأ الكون من انفجار ذرّة بدائية غير مستقرّة، متناهية في الصغر، ذاتِ كثافة لانهائية وحرارة عالية جدًّا.

ما هو أصل الكون؟ وكيف نشأ؟ -

نظرية الكون المستقرّ Steady State Theory

تعلّمتُ في صفوفٍ سابقة أن الاهتمام بدراسة أصل الكون ونشأته قد زاد بعد أن نشر العالم إدوين هابل ملاحظاتِه حول انزياح أطياف المجرّات نحو الأحمر وسرعة ابتعادها عنّا، ومن نتائج هذه Red Shift

الدراسات تمكّن علماء الفلك من تطوير العديد من النظريات حول أصل الكون وتطوّره، منها:

نظرية الكون المستقرّ، .
نظرية الانفجار العظيم. .

- **فكيف فسّرت كلتا النظريّتين نشأة الكون؟ وأيُّ النظريتين لاقت قبولاً عند العلماء؟**

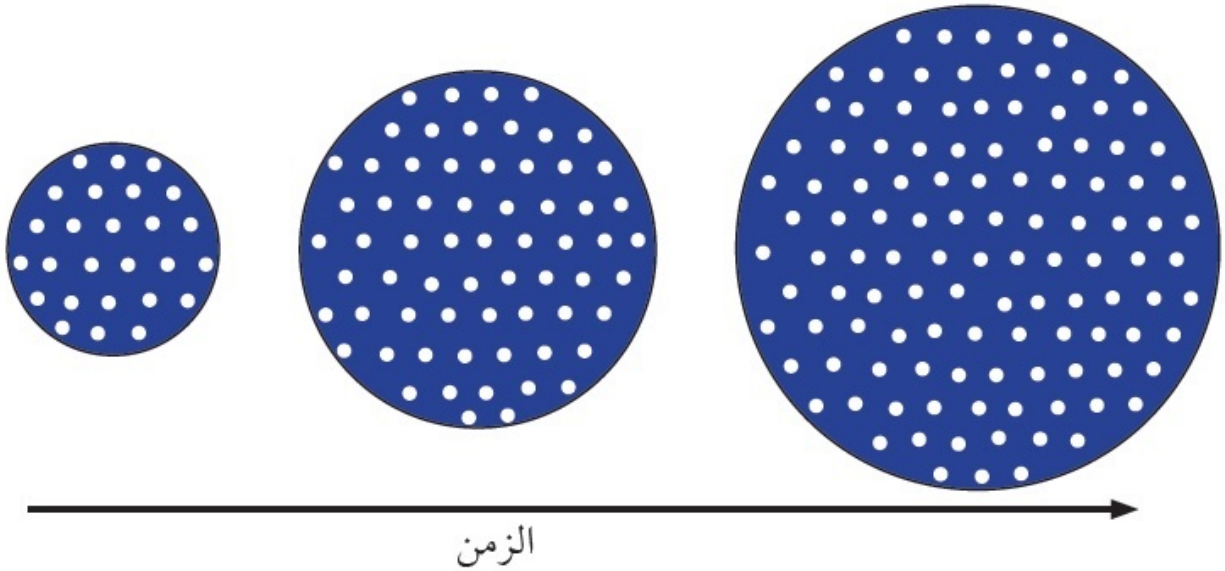
- ما نص نظرية الكون المستقرّ.

Steady State تنصّ نظرية الكون المستقرّ Theory على أن **"الكون أزليّ ليس له بداية أو نهاية، وأن الكون يتوسّع باستمرار مع احتفاظه بمتوسّط كثافة ثابت وخصائص لا تتغير بمرور الوقت".**

. إذ تفترض هذه النظرية بأن هناك مادة جديدة تتشكّل باستمرار مع تمدّد الكون وتوسّعه؛ أي أن كتلة الكون تزداد بنسبة ثابتة مع حجمه، ما يحافظ على متوسط كثافته.

. لذلك يعتقد مؤيدو هذه النظرية بأن الكون ثابت ومتماثل في خصائصه عند النظر إليه الآن أو في

الكون دائمًا يبدو كما " الماضي أو في المستقبل ، والمادة التي تكوّن مجرّتنا هي المادة نفسها "**هو** التي تكوّن المجرّات الأُخرى، سواء أكانت هذه المجرات قريبة منّا أم بعيدة عنّا،الشكل (1).

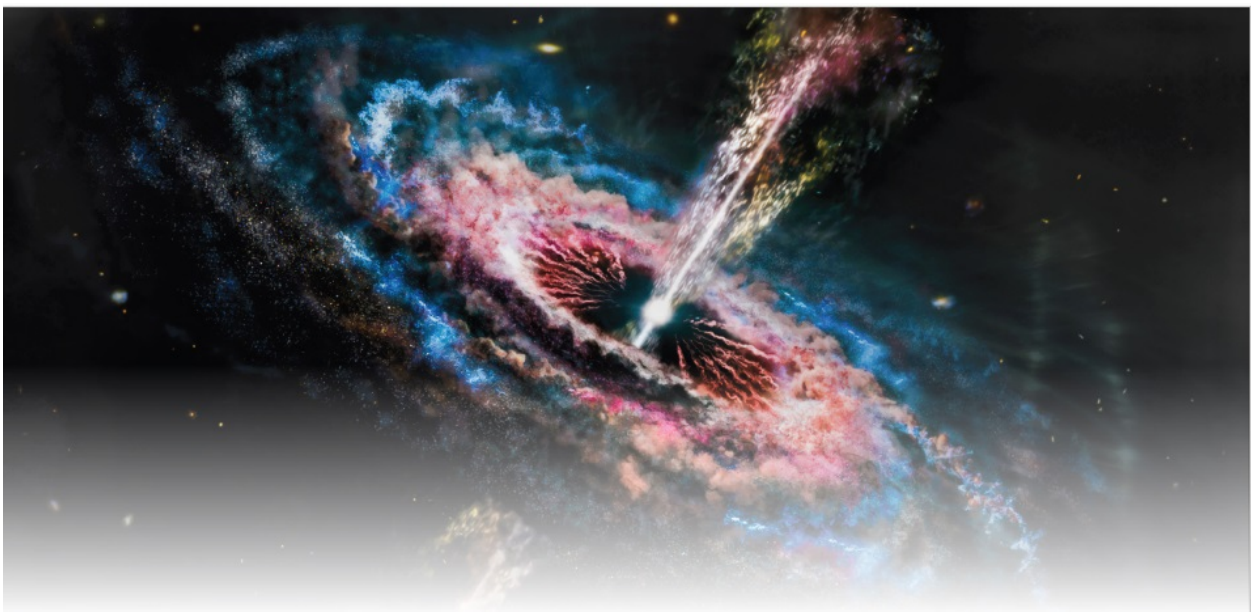


الشكل (1): نموذج يمثّل نظرية الكون المستقرّ بحيث تمثّل النقاط البيضاء توزّع مادة الكون.

أوضّح العَلاقة بينَ حجم الكون وكيفية توزّع مادة الكون مع الزمن.

الإجابة: يزداد حجم الكون نتيجة توسّعه بفعل تشكّل مادة جديدة باستمرار، أي أن كتلة الكون تزداد بنسبة ثابتة مع زيادة حجمه.

دعم العديد من علماء الفلك نظرية الكون المستقرّ خلال فترة الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي، إلا أن اكتشاف الكوازارات، الشكل (2)، واكتشاف إشعاع الخلفية الكونية التي سأدرسها لاحقًا، كانا سببَين كافيَين لرفضها.



الشكل (2): الكوازارات مجرّات نشطة تقع على بُعد مسافات شاسعة من مجرّة درب التبّانة.

- ما المقصود بالكوازارات؟

الكوازارات Quasarsتُعرَّف **بأنها مجرّات نشطة تُصدر كميات هائلة من الطاقة، وتتميز بلمعانها الشديد، وتقع على بُعد مسافات شاسعة من مجرّة درب التبّانة، وتزداد أعدادها كلما ابتعدت عنها باتجاه حافَة الكون المرئي.**

إن اكتشاف الكوازارات ورصدها بعيدًا جدًّا باتجاه حافَة الكون المرئي وعدم رصدها بالقرب منّا يتعارض مع نظرية الكون المستقرّ التي تفترض تماثل الكون في كلّ مكان.

- يدلّ توزّع الكوازارات في الكون ماذا

يدلّ توزّع الكوازارات في الكون على أن خصائص الكون سابقًا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر.

أتحقّق: أوضّح سبب رفض نظرية الكون المستقرّ.

الإجابة: بسبب ظهور أدلة معارضة مثل اكتشاف الكوازارات، واكتشاف إشعاع الخلفية الكونية.

أُفكِرُ:

أستنتج: لماذا وصفت نظرية الكون المستقرّ الكونَ بأنّه ثابت ومستقرّ؟

الإجابة: لأنها تفترض أن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية، ولأن الكون يتوسّع محتفظًا بمتوسط كثافة ثابت وخصائص لا تتغير بمرور الوقت.

الربط بالتكنولوجيا

استخدم علماء الفلك تقنيات عدّة لرصد الكوازارات، منها:

1- تصويرُ مساحات كبيرة من السماء عن طريق مرشِّحات مختلفة الألوان، ثم مقارنةُ الصور لتحديد موقع الأجسام ذاتِ اللون الأكثر زُرقةً التي تمثّل الكوازارات،

2- استخدامُ تقنية تعتمد على مُسوح الأشعة السينية من الفضاء.ويَعُدّ علماء الفلك ارتفاع مستوى انبعاث الأشعة السينية مؤشِّرًا على وجود الكوازارات.

نظرية الانفجار العظيم The Big Bang Theory

تُعَدّ نظرية الانفجار العظيم أكثر النظريات قَبولا لدى العلماء في تفسير نشأة الكون.

مفهوم نظرية الانفجار العظيم Concept of Big Bang Theory

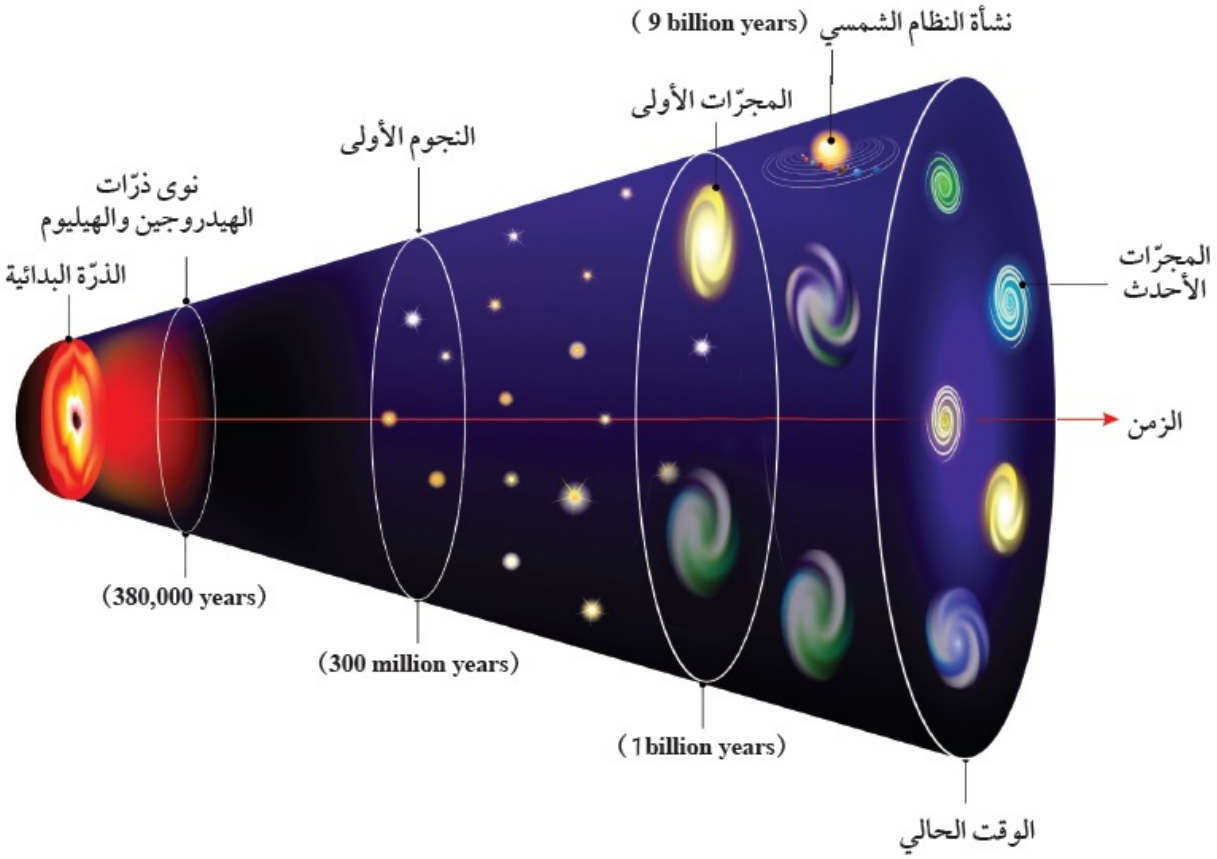
- ما نص نظرية الانفجار العظيم.

تنص نظرية الانفجار العظيم The Big Bang Theory على:

أن الكون في بداية نشأته كان موجودًا في حيّز " صغير يُدعى الذرّة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية وحرارتها العالية جدًّا، والتي انفجرت

انفجارًا عظيمًا أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها، وأخذت بالتمدد لتأخذ الشكل "الذي نعرفه اليوم" أنظر الشكل (3) ،.

أي أن عمر الكون كان صفرًا، وبقدرة الله تعالى انفجرت الذرّة البدائية انفجارًا عظيمًا ساخنًا، وبدأ تشكّل الكون وتوسّعه إلى أن صار على هيئته المعروفة في هذا الوقت.



الشكل (3): تطوّر مادة الكون منذ لحظة الانفجار العظيم.

أصف ماذا يحدث لحجم الكون مع الزمن.

الإجابة: يزداد حجم الكون مع الزمن.

أفكر:

أتوقع ماذا سيحدث لدرجة حرارة الكون وكثافته من الآن (1billion years) بعد مضي.

الإجابة: ستقل درجة حرارة الكون وكثافته بعد 1 billion years.من الآن (مضيّ)

أتحقّق: أوضّح المقصود بنظرية الانفجار العظيم.

الإجابة: إحدى الفرضيات التي فسرت نشأة الكون "وتنص على أن الكون في بداية نشأته كان موجود في حيز صغير جدًا يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية وحرارتها العالية جدًّا، والتي انفجرت انفجارًا عظيمًا أدّى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها، وأخذت بالتمدّد لتأخذ الشكل الذي نعرفه اليوم".

ويعتقد العلماء أنه في اللحظات الأولى من الانفجار ارتفعت درجة الحرارة (10^{-43} s)في زمن مقداره ، وأنّه قبل (10^{+32} K)إلى قِيَم عالية جدًّا تصل إلى هذا الزمن لم يكن هناك أي وجود للذرّات والجُسيمات الأولية، وتُعَدّ تلك المرحلة مرحلةً غامضةً لم يفسّرها أيّ قانون فيزيائي لغاية الآن.

مم تكونت مادة الكون في بداية نشأته؟ -

كانت مادة الكون في بداية نشأته تتكوّن من جسيمات بدائية – غير موجودة الآن- تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر، ومع الزمن وباستمرار توسّع الكون وبرودته بدأت العديد من الدقائق بالتكوّن،مثل:

- **الفوتونات**
- **النيوترونات**
- **الإلكترونات**

متى تكونت الذرات؟ وكم كانت درجة حرارة الكون وقت تكونها؟ -

ولم تتكوّن الذرّات إلا بعد مضي
من الانفجار عندما وصلت (**380,000years**)
، ما سمح (**3000K**) درجة حرارة الكون إلى
بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين
والهيليوم، ثم اندمجت فكوّنت النجوم التي تجمّعت
لتكوّن المجرّات، وأصبح الكون كما نعرفه حاليًّا.
وخلال ذلك انخفضت درجة حرارة الكون تدريجيًّا
حتى أصبحت في الوقت الحالي وفي جميع أرجاء
الكون (**2.7K**).

الأدلة المؤيِّدة لنظرية الانفجار العظيم

هناك عدد من الظواهر التي تشير إلى حدوث
الانفجار العظيم،
نذكر منها:

1- اكتشاف الكوازارات Quasars

Exploring: على الرغم من أن اكتشاف
الكوازارات كان دليلا معارضًا لنظرية الكون
المستقرّ، إلا أنها كانت بمثابة دليلٍ مؤيّد لنظرية

الانفجار العظيم التي تفترض أن الكون يتطوّر وتتغير خصائصه مع الزمن.

2- الاتساع المستمر للكون Continuously Expanding of the Universe:

لاحظ العلماء حدوث تباعد بين المجرّات في كلّ مكان من الكون بسرعات هائلة جدًّا، ما يدل على اتساع الكون بشكل مستمر، مصداقًا لقوله تعالى: ﴿وَٱلسَّمَآءَ بَنَيْنَٰهَا بِأَيْيْدٍ وإِنَّا لمُوسِعُونَ﴾ سورة الذاريات: الآية (47).

3- إشعاع الخلفية الكونية Cosmic Background Radiation:

ما المقصود بإشعاع الخلفية الكونية ؟ وماذا يمثل؟

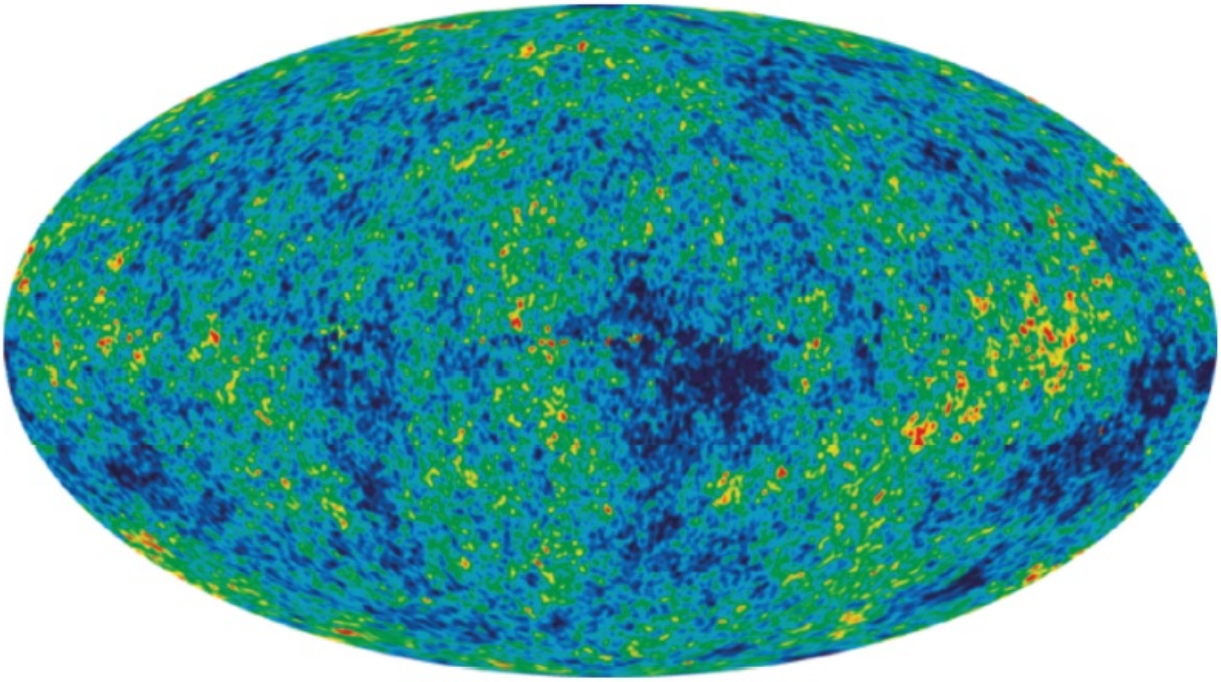
اكتُشِف إشعاع الخلفية الكونية Cosmic Background Radiation عام 1965 م، **وهو إشعاع كهرمغناطيسي يمثّل إشارات ميكروية منتظمة الخواصّ قادمة من كافة الاتجاهات في السماء، وفي الأوقات كافة وبصورة مستمرة**

(4). **من دون توقف أو تغير**، انظر الشكل

- كيف فُسرت الإشارات الميكروية؟

فُسّرت هذه الإشارات الميكروية على أنها **بقية الإشعاع الذي نتج من عملية الانفجار الكوني العظيم من (380,000years) والذي تكوّن بعد الانفجار، أي في الوقت نفسه الذي تشكّلت فيه نوى ذرّات الهيدروجين والهيليوم.**

وقد حسب العلماء درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية في الوقت الحالي، ووجدوا أنها تساوي تقريبًا، وهي مماثلة للقيمة المقيسة حاليًّا (2.7K).



الشكل (4): صورة لإشعاع الخلفية الكونية التُقِطت بوساطة مسبار ويلكينسون على مدار سبعة أعوام **الأخضر** فيها إلى درجات متتالية، ويشير اللون حرارة متوسطة، واللونان **الأصفر** **والأحمر** إلى درجات حرارة أعلى من المتوسط، أمّا **الأزرق** فيشير إلى درجة حرارة أقل من اللون المتوسط.

الربط بالتكنولوجيا

يُعدّ مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الكونية Wilkinson Microwave Anisotropy Probe مسبارًا فضائيًّا أُطلق عام 2003 م لقياس إشعاع الخلفية الكونية، عن طريق قياس توزيع درجة حرارة الأشعة الكهرمغناطيسية المنشرة في الكون، التي عن طريقها رُسمت خريطة لتوزع إشعاع الخلفية الكونية، وقدّم هذا المسبار أفضل صورة لمراحل نشأة الكون.

4- وفرة غازَيِ الهيدروجين والهيليوم في الكون: Hydrogen-Helium Abundance in the Observable Universe

- تُشير الأبحاث الحديثة ونتائج الرصد لمادة الكون المرئي أو ما يُعرَف باسم المادة العادية Ordinary Matter، التي سأدرسها لاحقًا، إلى أن غاز الهيدروجين يكوّن حوالي (74 %) من تلك المادة، يليه غاز الهيليوم بنسبة تقريبًا منها، أما بقية العناصر مجتمعة (24 %) تقريبًا. وهذه النسب تتفق مع (2 %) فتكوّن توقعات نظرية الانفجار العظيم وتؤكّد أن للكون بداية، إذ يلاحَظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكّل من اندماج ذرّات الهيدروجين.

- ورغم الأدلة المؤيِّدة لنظرية الانفجار العظيم، إلا أن كثيرًا من الأسئلة التي طُرحت لم تستطع الإجابة عنها، مثل قُصورها حتى الوقت الحالي

عن تفسير الأحداث التي حصلت في اللحظة (0s) من الانفجار العظيم.

ومع تقدّم معرفتنا للكون ستُطرح مزيدٌ من الأسئلة مستقبَلا، ستحدّد إجاباتها ما إذا ستبقى هذه النظرية أكثر النظريات قَبولا في تفسير نشأة الكون، أم ستظهر نظريات أخرى جديدة قد تلقى قَبولا أكثر لدى العلماء من نظرية الانفجار العظيم.

أَذكر الأدلة المؤيِّدة لنظرية الانفجار العظيم: **أتحقّق**.

الإجابة:

- اكتشاف الكوازارات.
- الاتساع المستمر للكون.
- إشعاع الخلفية الكونية.
- وفرة غازي الهيدروجين والهيليوم في الكون المرئي.

الربط بعلم الفلك

The طوّر علماء الفلك نظرية تضخّم الكون
بوصفها نظرية Inflation Theory
مكمّلة لنظرية الانفجار العظيم وتحلّ المشكلات التي
اعترضتها،وتنصّ هذه النظرية على "**أن زيادة**
مفاجئة وكبيرة قد حدثت في حجم الكون في الفترة
الزمنية التي كان فيها عمر الكون يتراوح ما بين

، وقد أدّى هذا التوسّع الكبير (10^{-35} s)و(10^{-45} s)
إلى جعل الكون مُتجانسًا، وقلّل التفاوت بين درجات
الحرارة في مناطق شاسعة من الكون".

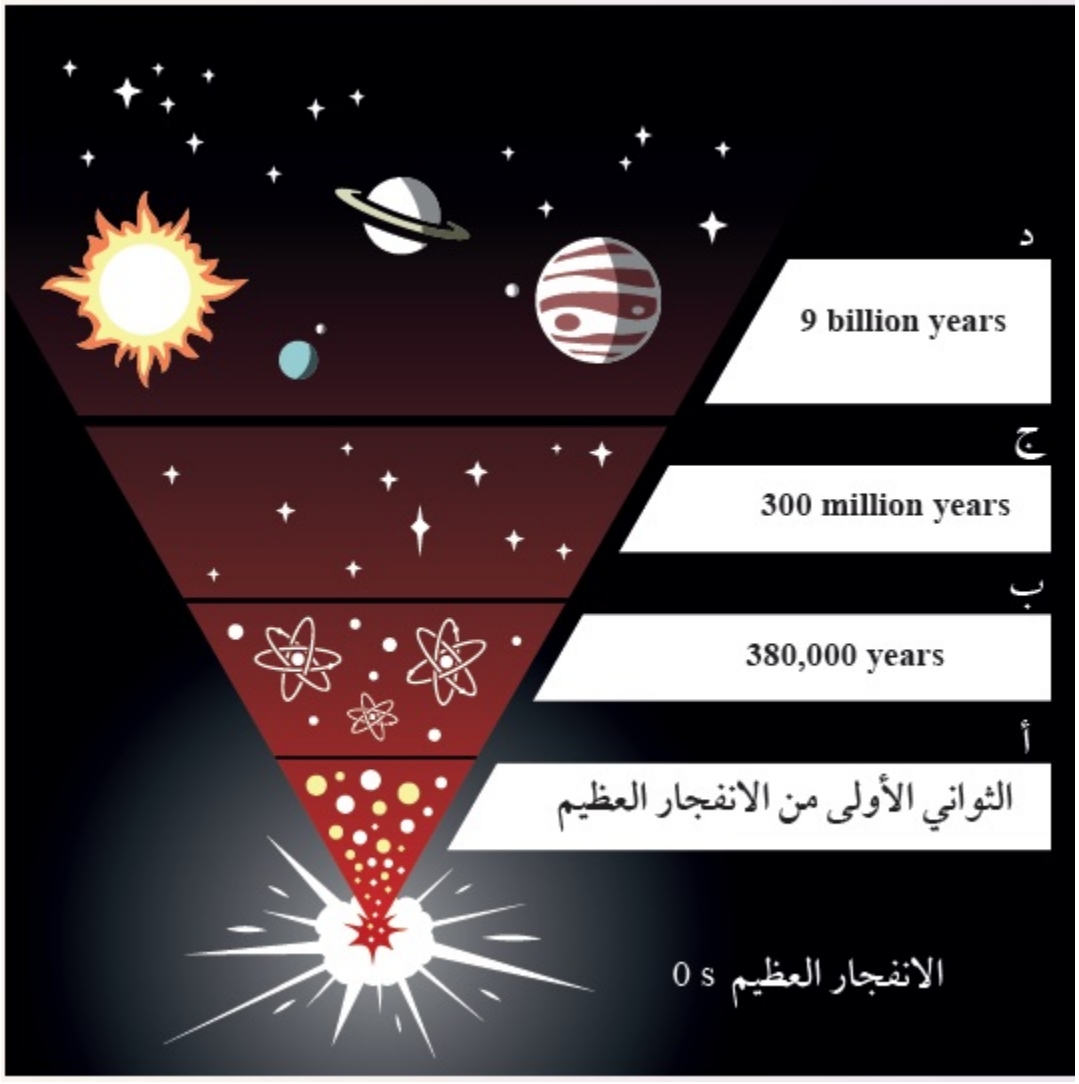
نشاطٌ

الأحداث التي مرّ بها
الكون منذ بدء الانفجار العظيم

تُعَدّ نشأة الكون من الأمور التي حيّرت العلماء،
وعلى الرغم من ذلك فقد بُذِلَت جهود كبيرة في
البحث وتطوير أدوات المعرفة من أجل تفسيرها،
وتمكّن العلماء من جمع جدول زمني تقريبي
للأحداث الرئيسة التي مرّ بها الكون منذ لحظة
الانفجار العظيم حتى الآن.

ويمثّل المخطط الآتي بعض البيانات التي جُمِعَت عن أهمّ الأحداث التي مرّ بها الكون.

أدرسهُ جيدًا، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه.



التحليل والاستنتاج:

1. **أستنتج** التغيّرات التي حدثت على كلّ من: حجم الكون، وكثافته مع الزمن.

الإجابة: زاد حجم الكون وقلت كثافته مع الزمن وما زال التغير في حجم الكون مستمرا.

2. أوضّح دلالة الأحداث التي تمثّلها الرموز (أ، ب، ج، د).

الإجابة:

(أ) ارتفاع درجة حرارة الكون وتكوُّن الجسيمات البدائية. (10^{+32} K)إلـى

(ب) تكوُّن نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم.

(ج) تكوُّن النجوم الأولى.

(د) تكوُّن النظام الشمسي.

3. أُحدّد الأحداث التي مرّ بها الكون بحسب نظرية حتى الزمن (10^{-43} s)الانفجار العظيم منذ الزمن بعد الانفجار (380,000years).

الإجابة:

ارتفعت درجة حرارة الكون (10^{-43} s)في الزمن ، وكانت مادة الكون (10^{+32} K)لتصل تقريبًا تتكوّن من جسيمات بدائية تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر، ومع الزمن وباستمرار توسّع الكون وبرودته بدأت العديد من الدقائق بالتكوّن مثل: **الفوتونات**، و**النيوترونات**، و**الإلكترونات**، ولم (380,000 years)تتكون الذرات إلا بعد مضي من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى (3000 K) بدأت الجسيمات بالاندماج مما سمح بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم.

4. **أتوقّع** ما سيحدث لكمّيات غازَيِ الهيدروجين والهيليوم بعد مضيّ (10million years) من الآن.

الإجابة: ستقلّ.