

علوم الأرض (توجيهي 2005)

أ. رمزي القرالة
0788801226

الفصل الثاني



نشأة الكون

الوحدة

4

نظرية الكون المستقر:

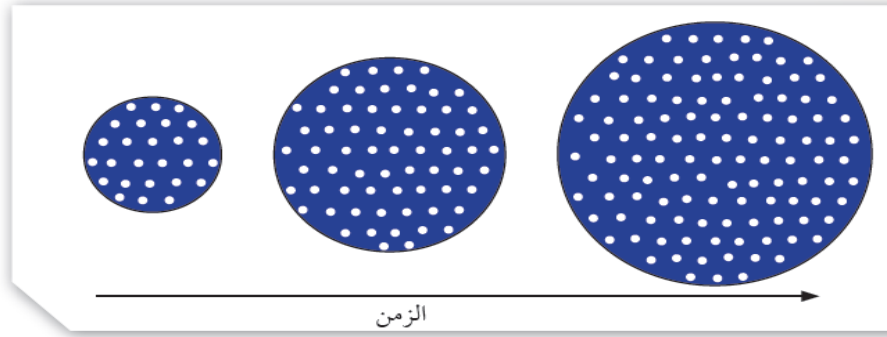
❖ زاد الاهتمام بدراسة أصل الكون ونشأته بعد أن نشر العالم إدوين هابل ملاحظاته حول انزياح أطيف المجرات نحو الأحمر وسرعة ابتعادها عنّا، ومن نتائج هذه الدراسات تمكّن علماء الفلك من تطوير العديد من النظريات حول أصل الكون وتطوّره، منها: نظرية الكون المستقر، ونظرية الانفجار العظيم.

❖ تنصّ نظرية الكون المستقرّ على أن "الكون أزليّ ليس له بداية أو نهاية، وأن الكون يتوسّع باستمرار مع احتفاظه بمتوسط كثافة ثابت وخصائص لا تتغير بمرور الوقت".

❖ 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 الماضي أو في المستقبل "الكون دائماً يبدو كما هو"، والمادة التي تكوّن مجرتنا هي المادة نفسها التي تكوّن المجرات الأخرى، سواء أكانت هذه المجرات قريبة منّا أم بعيدة عنّا.

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



الشكل (1): أوضح العلاقة بين حجم الكون وكيفية توزّع مادة الكون مع الزمن.

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

أستنتج: لماذا وصفت نظرية الكون المستقر بأنه ثابت ومستقر؟



أفكر

لأنها تفترض أن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية، ولأن الكون يتوسع محتفظاً بمتوسط كثافة ثابت وخصائص لا تتغير بمرور الوقت.



الشكل (2): الكوازارات مجرات نشطة تقع على بُعد مسافات شاسعة من مجرة درب التبانة.

❖ دعم العديد من علماء الفلك نظرية الكون المستقر خلال فترة الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي، إلا أن اكتشاف الكوازارات، واكتشاف إشعاع الخلفية الكونية، كانا سببين كافيين لرفضها.

❖ الكوازارات: هي مجرات نشطة تُصدر كميات هائلة من الطاقة، وتتميز بلمعانها الشديد، وتقع على بُعد مسافات شاسعة من مجرة درب التبانة، وتزداد أعدادها كلما ابتعدت عنها باتجاه حافة الكون المرئي.

❖ إن اكتشاف الكوازارات ورصدها بعيداً جداً باتجاه حافة الكون المرئي وعدم رصدها بالقرب منا يتعارض مع نظرية الكون المستقر التي تفترض تماثل الكون في كل مكان، ويدلّ توزع الكوازارات في الكون على أن خصائص الكون سابقاً تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر.

الربط بالتكنولوجيا



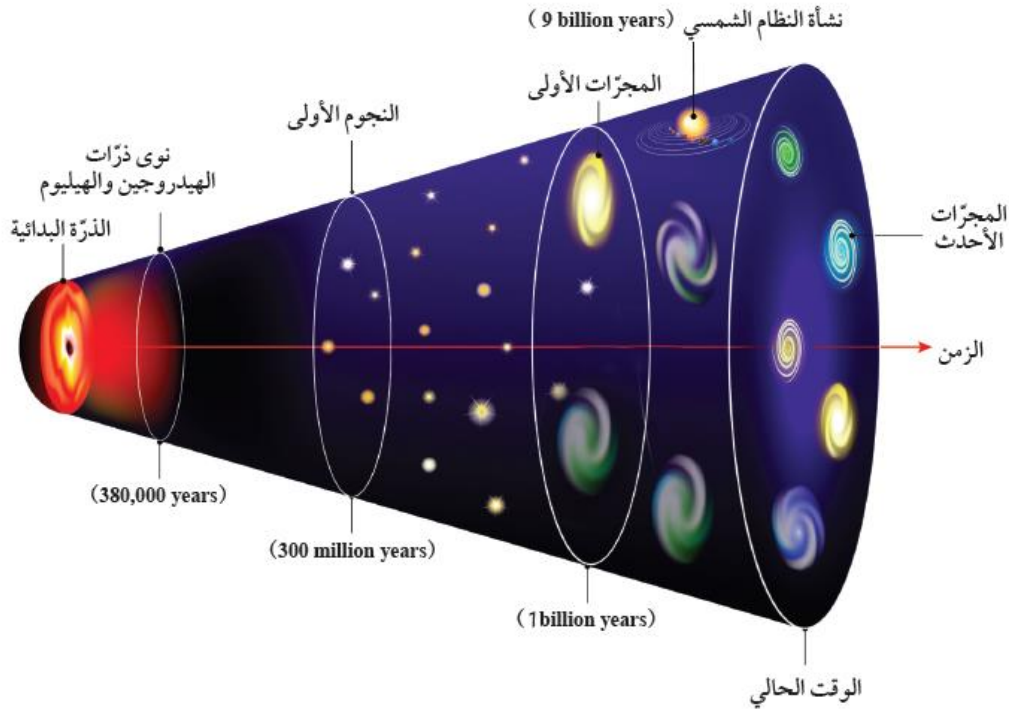
استخدم علماء الفلك تقنيات عدة لرصد الكوازارات، منها تصوير مساحات كبيرة من السماء عن طريق مرشحات مختلفة الألوان، ثم مقارنة الصور لتحديد موقع الأجسام ذات اللون الأكثر زرقة التي تمثل الكوازارات، واستخدام تقنية تعتمد على ميسوح الأشعة السينية من الفضاء. ويعد علماء الفلك ارتفاع مستوى انبعاث الأشعة السينية مؤشراً على وجود الكوازارات.

✓ **أتحقق:** أوضح سبب رفض نظرية الكون المستقر.

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

نظرية الانفجار العظيم:

- ❖ تُعدّ نظرية الانفجار العظيم أكثر النظريات قبولاً لدى العلماء في تفسير نشأة الكون.
- ❖ تنص نظرية الانفجار العظيم على "أن الكون في بداية نشأته كان موجوداً في حيز صغير يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية وحرارتها العالية جداً، والتي انفجرت انفجاراً عظيماً أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها، وأخذت بالتمدد لتأخذ الشكل الذي نعرفه اليوم"، أي أن عمر الكون كان صفراً، وبقدرة الله تعالى انفجرت الذرة البدائية انفجاراً عظيماً ساخناً، وبدأ تشكل الكون وتوسّعه إلى أن صار على هيئته المعروفة في هذا الوقت.



الشكل (3): أصف ماذا يحدث لحجم الكون مع الزمن.

يزداد حجم الكون مع الزمن .

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

ستقل درجة حرارة الكون وكثافته بعد مضي (1 billion years) من الآن.



أفكر

❖ يعتقد العلماء أنه في اللحظات الأولى من الانفجار في زمن مقداره (10^{-43} s) ارتفعت درجة الحرارة إلى قيم عالية جداً تصل إلى (10^{32} K) وأنه قبل هذا الزمن لم يكن هناك أي وجود للذرات والجسيمات الأولية، وتُعدّ تلك المرحلة مرحلةً غامضةً لم يفسرها أيّ قانون فيزيائي لغاية الآن.

❖ 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، والنيوترونات، والإلكترونات، ولم تتكوّن الذرات إلا بعد مضيّ ($380,000$ years) من الانفجار عندما وصلت درجة (3000 K)، ما سمح بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم، ثم اندمجت فكوّنت النجوم التي تجمّعت لتكوّن المجرات، وأصبح الكون كما نعرفه حالياً. وخلال ذلك انخفضت درجة حرارة الكون تدريجيّاً حتى أصبحت في الوقت الحالي وفي جميع أرجاء الكون (2.7 K).

الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم:

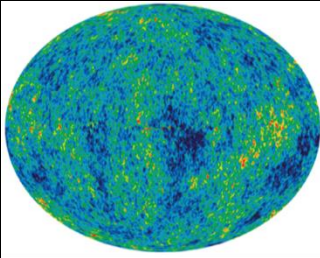
هناك عدد من الظواهر التي تشير إلى حدوث الانفجار العظيم، منها:



- اكتشاف الكوازارات: على الرغم من أن اكتشاف الكوازارات كان دليلاً معارضاً لنظرية الكون المستقرّ، إلا أنها كانت بمثابة دليلٍ مؤيدٍ لنظرية الانفجار العظيم التي تفترض أن الكون يتطوّر وتتغير خصائصه مع الزمن.
- الاتساع المستمر للكون: لاحظ العلماء حدوث تباعد بين المجرات في كلّ مكان من الكون بسرعات هائلة جداً، ما يدل على اتساع الكون بشكل مستمر، مصداقاً لقوله تعالى:

﴿وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَاهَا بِأَيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ﴾
(سورة الذاريات: الآية 47)

- إشعاع الخلفية الكونية: اكتُشِف إشعاع الخلفية الكونية عام 1965 م، وهو إشعاع كهرومغناطيسي يمثل إشارات ميكروية منتظمة الخواصّ قادمة من كافة الاتجاهات في السماء، وفي الأوقات كافة وبصورة مستمرة من دون توقف أو تغير.



الشكل (4): صورة لإشعاع الخلفية الكونية التقطت بواسطة مسبار ويلكينسون على مدار سبعة أعوام متتالية.

- يشير اللون الأخضر فيها إلى درجات حرارة متوسطة.
- يشير اللونان الأصفر والأحمر إلى درجات حرارة أعلى من المتوسط.
- يشير اللون الأزرق فيشير إلى درجة حرارة أقل من المتوسط.

وُفُِّسَّتْ هذه الإشارات الميكروية على أنها بقية الإشعاع الذي نتج من عملية الانفجار الكوني العظيم والذي تكوّن بعد (380,000 years) من الانفجار، أي في الوقت نفسه الذي تشكّلت فيه نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم. وقد حسب العلماء درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية في الوقت الحالي، ووجدوا أنها تساوي (2.7 k) تقريباً، وهي مماثلة للقيمة المقیسة حالياً.

▪ **وفرة غازي الهيدروجين والهيليوم في الكون المرئي:** تشير الأبحاث الحديثة ونتائج الرصد لمادة الكون المرئي أو ما يُعرف باسم المادة العادية إلى أن غاز الهيدروجين يكوّن حوالي (74%) من تلك المادة، يليه غاز الهيليوم بنسبة (24%) تقريباً منها، أما بقية العناصر مجتمعة فتكوّن (2%) تقريباً. وهذه النسب تتفق مع توقعات نظرية الانفجار العظيم وتؤكد أن للكون بداية، إذ يلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكّل من اندماج ذرات الهيدروجين.

❖ ورغم الأدلة المؤيِّدة لنظرية الانفجار العظيم، إلا أن كثيراً من الأسئلة التي طُرحت لم تستطع الإجابة عنها، مثل قُصورها حتى الوقت الحالي عن تفسير الأحداث التي حصلت في اللحظة (0 s) من الانفجار العظيم.

الربط بالتكنولوجيا

يعد مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الكونية مسباراً فضائياً أطلق عام 2003 م لقياس إشعاع الخلفية الكونية، عن طريق قياس توزيع درجة حرارة الأشعة الكهرومغناطيسية المنتشرة في الكون، التي عن طريقها رسمت خريطة لتوزع إشعاع الخلفية الكونية، وقدم هذا المسبار أفضل صورة لمراحل نشأة الكون.

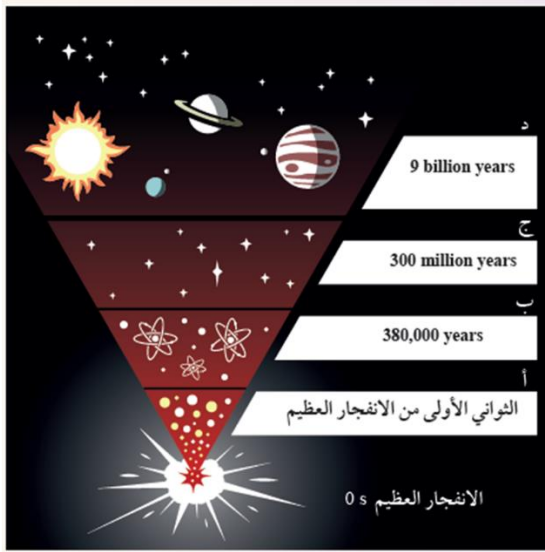
الربط بالفلك

طور علماء الفلك نظرية تضخم الكون بوصفها نظرية مكملة لنظرية الانفجار العظيم وتحل المشكلات التي اعترضتها، وتنص هذه النظرية على "أن زيادة مفاجئة وكبيرة قد حدثت في حجم الكون في الفترة الزمنية التي كان فيها عمر الكون يتراوح ما بين (10^{-45}) و (10^{-35}) وقد أدى هذا التوسع الكبير إلى جعل الكون متجانساً، وقلل التفاوت بين درجات الحرارة في مناطق شاسعة من الكون".

✓ **أتحقق:** أوضح أذكر الأدلة المؤيِّدة لنظرية الانفجار العظيم.

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

نشأة الكون: الأحداث التي مرّ بها الكون منذ بدء الانفجار العظيم



تعدّ نشأة الكون من الأمور التي حيرت العلماء، وعلى الرغم من ذلك فقد بُدلت جهود كبيرة في البحث وتطوير أدوات المعرفة من أجل تفسيرها، وتمكّن العلماء من جمع جدول زمني تقريبي للأحداث الرئيسية التي مرّ بها الكون منذ لحظة الانفجار العظيم حتى الآن. ويمثّل المخطط الآتي بعض البيانات التي جُمعت عن أهمّ الأحداث التي مرّ بها الكون. أدرسه جيّداً، ثمّ أجب عن الأسئلة التي تليه.

التحليل والاستنتاج:

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

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

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

أ- ارتفاع درجة حرارة الكون إلى (10^{+35}) وتكوّن الجسيمات البدائية .

ب - تكوّن نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم .

ج- تكوّن النجوم الأولى .

د - تكوّن النظام الشمسي.

3. أ حدّد الأحداث التي مرّ بها الكون بحسب نظرية الانفجار العظيم منذ الزمن 10^{-43} s حتى الزمن

(380,000 years) بعد الانفجار.

في الزمن (10^{-43} s) ارتفعت درجة حرارة الكون لتصل تقريبا (10^{+32} k) وكانت مادة الكون تتكوّن من جسيمات بدائية تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر، ومع الزمن وباستمرار توسع الكون وبرودته بدأت العديد من الدقائق بالتكوّن مثل: الفوتونات، والنيوترونات، والإلكترونات، ولم تتكوّن الذرات إلا بعد مضي (380,000 years) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى (3000 k) ما سمح بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم.

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

سنتقل .

مراجعة الدرس 1

1. الفكرة الرئيسة: ألخص ما أشارت إليه نظرية الانفجار العظيم.

أن الكون في بداية نشأته كان موجود في حيز صغير جدا يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية وحرارتها العالية جدا، والتي انفجرت انفجارا عظيما أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها، وأخذت بالتمدد لتأخذ الشكل الذي نعرفه اليوم.

2. أربط بين خصائص إشعاع الخلفية الكونية وبين نظرية الانفجار العظيم.

يمثل إشعاع الخلفية الكونية بقية الإشعاع الذي نتج عن عملية الانفجار العظيم الذي تكوّن بعد (380,000 years) من الانفجار، أي في نفس الوقت الذي تشكلت فيه عناصر الهيدروجين والهيليوم، والقيمة المقاسة لدرجة حرارة إشعاع الخلفية للكون في الوقت الحالي تساوي (2.7 k) تقريبا، وهي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء.

3. أقرن حجم الكون وكتلته بين اللحظة التي تشكل فيها إشعاع الخلفية الكونية والوقت الحالي.

في اللحظة التي تشكل فيها إشعاع الخلفية الكونية كان حجم الكون أقل مقارنة بحجمه في الوقت الحالي، أما كتلة الكون فلم تتغير، بل بقيت ثابتة منذ اللحظة التي تشكل فيها إشعاع الخلفية للكون حتى الوقت الحالي.

4. أصف كيف تدعم كميات غازي الهيدروجين والهيليوم المتوافرة في الكون حاليًا نظرية الانفجار العظيم.

تؤكد نسب الهيدروجين والهيليوم في الكون أن للكون بداية، وهذا ما يتفق مع نظرية الانفجار العظيم، إذ يلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكل من اندماج ذرات الهيدروجين.

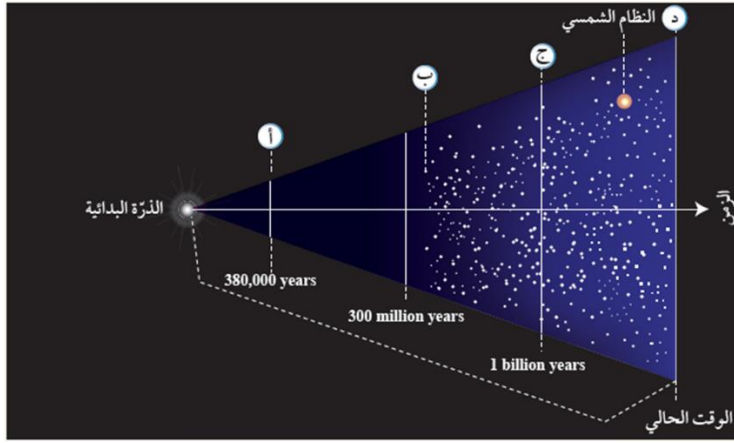
5. أفسر كيف أدى اكتشاف الكوازارات إلى تأييد صحة نظرية الانفجار العظيم.

إن اكتشاف الكوازارات ورصدها بعيدا جدا باتجاه حافة الكون المرئي وعدم رصدها بالقرب منا يدل على أن خصائص الكون سابقا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر، وهذا ما تؤيده نظرية الانفجار العظيم التي تؤكد اختلاف خصائص الكون منذ نشأته حتى الوقت الحالي.

6. أشرح كيف يعدّ إشعاع الخلفية الكونية دليلاً معارضا لنظرية الكون المستقر.

إشعاع الخلفية الكونية يدل على اختلاف خصائص الكون، فقد تكون هذا الإشعاع بعد (380,000 years) من الانفجار وكانت درجة حرارته مرتفعة جدا، وانخفضت درجة حرارته مع الزمن حتى أصبحت (2.7 k) في الوقت الحالي، وهي مماثلة للقيمة المقاسة حاليا، وهذا يتعارض مع نظرية الكون المستقر التي تفترض ثبات خصائص الكون وعدم تغيرها منذ نشأته حتى الوقت الحالي.

7. أدرُس الشكل الآتي الذي يوضّح نموذجًا للانفجار العظيم، ثم أُلخّص الأحداث التي تُشير إليها الرموز (أ، ب، ج، د):



- أ- تكون نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم، وإشعاع الخلفية الكونية.
- ب- تكون النجوم الأولية.
- ج- تكون المجرات الأولى.
- د- تكون المجرات الأحدث.

تسارعُ توسعِ الكون:

- ❖ انزياح أطيف المجرات نحو الأحمر دليل على تباعد المجرات عنّا وعن بعضها بعضًا، ويُعدّ دليلًا على توسع الكون.
- ❖ اعتقد العلماء بأن سرعة توسع الكون ستقلّ مع الزمن بسبب قوى التجاذب الكبيرة بين



النجم فوق المستعر

مكوّناته المادية من مجرات ونجوم وسُدُم وغيرها، إلا أن البيانات والمشاهدات التي جُمعت بوساطة مقراب هابل الفضائي عند رصده النجوم فوق المستعرة أشارت إلى أن الكون يتوسّع في الوقت الحالي بوتيرة أسرع ممّا كان عليه قبل مليارات السنين.

الشكل (5): أصف مقدار الطاقة الصادرة عن النجم فوق المستعر.

طاقة كبيرة جدا.

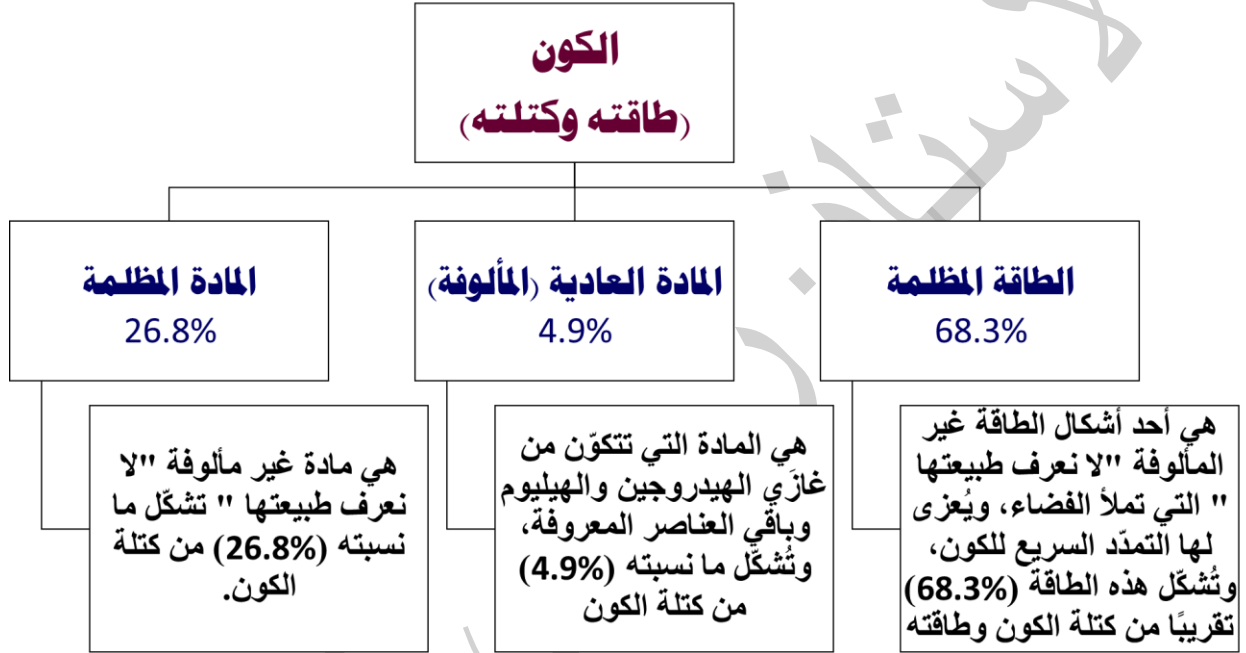
أتوقع: ما الذي توصل إليه العلماء حول سرعة توسع الكون من تحليل الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة؟
توصل العلماء إلى أن الكون يتوسع متسارعاً بشكل لم يسبق له مثيل .



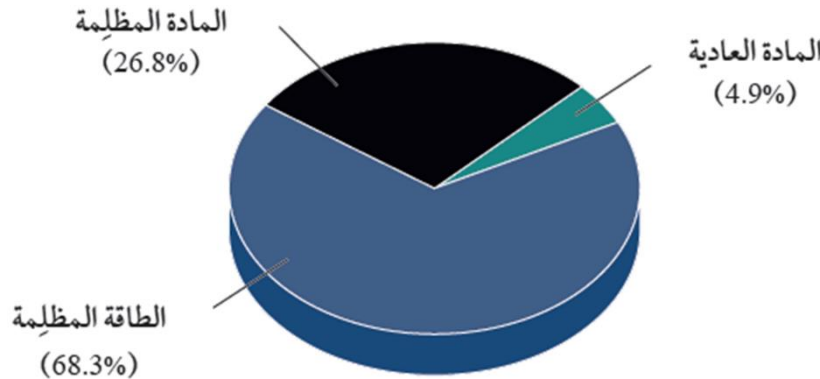
أفكر

الطاقة المظلمة:

❖ تمكّن العلماء من حساب معدل توسّع الكون، وذلك من خلال رصد الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة في عدد من المجرات البعيدة جداً باستخدام مقراب هابل الفضائي، ما وقر لهم بيانات عن شدة انزياح الأطياف الصادرة عنها نحو الأحمر وبعدها عنّا، واستناداً إلى تلك البيانات تبيّن بأن الكون يتوسّع متسارعاً بشكل لم يسبق له مثيل. وقد عزا العلماء سبب تسارع توسّع الكون إلى الطاقة المظلمة.



❖ يمكن الاستدلال على وجود المادة المظلمة وتعرّف خصائصها من خلال تأثير الجاذبية في المادة العادية.



تمثيل بياني (قطاع دائري)
يوضّح مكونات الكون
من مادة وطاقته ونسبها المئوية.



مقرب فيرمي الفضائي هو مقرب تابع لوكالة (ناسا) NASA، أطلق عام 2008 م، وهو مسبار فضائي متخصص في رصد أشعة غاما الصادرة عن النجوم، مثل النجوم فوق المستعرة، ويقع هذا المسبار في مدار منخفض حول الأرض.

أتوقع: لم يكشف عن طبيعة المادة المظلمة أو الطاقة المظلمة؛ فكيف يستدل على وجودهما؟
من خلال تأثير الجاذبية في المادة العادية، وتوسع الكون بشكل متسارع.



أفكر

أتوقع: ماذا يمكن أن يحدث لسرعة توسع الكون لو كان تأثير الطاقة المظلمة على توسع الكون مشابه لتأثير المادة المظلمة.

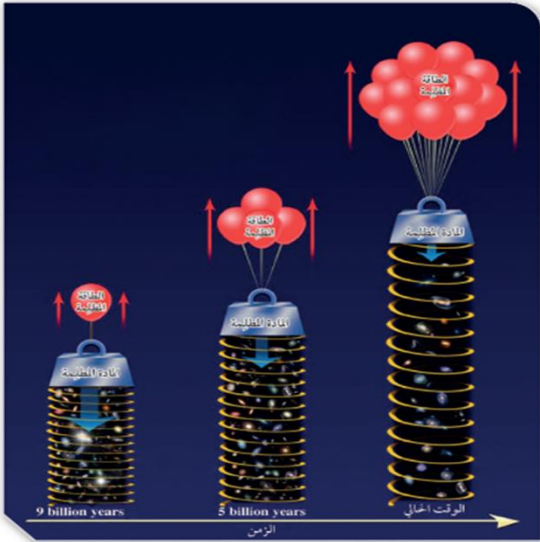
بما أن الطاقة المظلمة تعمل على توسع الكون، وبافتراض أنها ستعمل عمل المادة المظلمة (أي قوة جاذبية)، فإنه سيحدث تباطؤ في سرعة توسع الكون بشكل كبير جداً، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى توقف توسع الكون أو تقلصه .



أفكر

❖ تعمل المادة المظلمة كقوة جاذبية، تربط مكونات الكون من نجوم ومجرات معاً، في المقابل تعمل الطاقة المظلمة كقوة تُباعِد بين المجرات ومن ثمّ توسّع الكون.

❖ في المراحل الأولى من عمر الكون كان تأثير المادة المظلمة أكبر بكثير من تأثير الطاقة المظلمة التي كان أثرها قليلاً في توسع الكون، وبازدياد عمر الكون وتوسّعه قلّ تأثير المادة المظلمة وازداد تأثير الطاقة المظلمة التي تُباعِد بين المجرات بسرعة أكبر، ما يفسّر تسارع توسع الكون.



تأثير كل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة على توسع الكون مع الزمن.



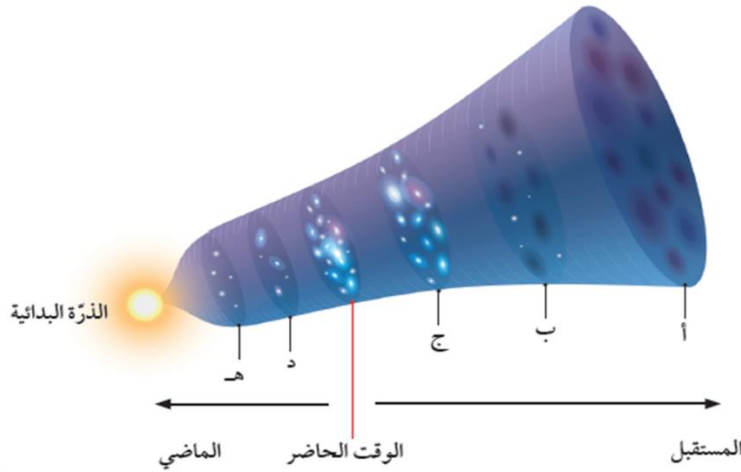
افترض العالم ألبرت أينشتاين في عام 1917 م في نظريته النسبية العامة نوعاً من القوة الكونية البادئة، وأطلق عليها اسم " الثابت الكوني" من أجل مواجهة قوة الجاذبية وتفسير الكون الذي كان يفترض أنه ثابت (لا يتوسع ولا ينكمش). ويتعارض اكتشاف الطاقة المظلمة مع ما افترضه العالم أينشتاين؛ لأن الكون يتوسع متسارعا.

✓ **أتحقّق:** أوضّح المقصود بالطاقة المظلمة.

هي أحد أشكال الطاقة غير المألوفة "لا نعرف طبيعتها" التي تملأ الفضاء، ويعزى لها التمدد السريع للكون.

نشاط: دور المادة المظلمة والطاقة المظلمة في توسع الكون

تحتوي أغلب المجرات على مادة مظلمة لا تعكس الضوء أو تمتصه مثلما تفعل المادة العادية، وعلى الرغم من أننا لم نكتشف المادة المظلمة بعد في مختبرات الأبحاث العلمية، إلا أن وجودها أصبح معروفاً من خلال تأثيراتها الجاذبية. لتعرف الفرق بين المادة المظلمة والطاقة المظلمة وأثر كل منهما في توسع الكون، أدرس الشكل الآتي يوضح نموذجاً للكون، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1. أحدد أيّ النقاط الآتية (أ، ب، ج، د) يكون عندها تأثير الطاقة المظلمة أكبر ما يمكن، وأبرر السبب.

النقطة (أ)؛ لأنه يحدث عندها أكبر توسع للكون .

2. أقرن بين النقطة (هـ) والنقطة (ج) من حيث تأثير المادة المظلمة في كل منهما.

تأثير المادة المظلمة في النقطة (هـ) أكبر منه في النقطة (ج).

3. أرتب النقاط (أ، ب، ج، د، هـ) تنازلياً حسب تأثير المادة المظلمة في كل منها.

(هـ - د - ج - ب - أ) .

4. أرسم سهمين يدل كل منهما على الاتجاه الذي يزداد به تأثير كل من الطاقة المظلمة والمادة المظلمة.

5. أصف العلاقة بين تأثير الطاقة المظلمة في النقاط جميعها وبين النجوم فوق المستعرة.

رصد العلماء الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة في عدد من المجرات البعيدة جداً باستخدام مقراب هابل الفضائي، ما وفر لهم بيانات عن شدة انزياح الأطياف الصادرة عنها نحو الأحمر وبعدها عنا، واستناداً إلى تلك البيانات تمكن العلماء من حساب معدل توسع الكون، والذي أظهر بأن الكون يتوسع متسارعا بشكل لم يسبق لها مثيل، وقد عزا العلماء سبب تسارع توسع الكون إلى الطاقة المظلمة.

عمر الكون:

❖ تمكّن العلماء من تقدير عمر الكون التقريبي بحساب مقلوب ثابت هابل، وفق العلاقة الرياضية الآتية:

$$T = 1/H_0$$

حيثُ إن:

T : عمر الكون التقريبي.

H₀ : ثابت هابل

وتتراوح قيمته بين (80-68) km/s/Mpc.

وقد قدّر العلماء متوسط قيمته بنحو (70) km/s/Mpc

❖ يُحسَب عمر الكون بالسنوات وأجزائها، مع العلم أن:

السنة = $(3.1 \times 10^7 \text{ s})$

الفرسخ الفلكي = $(3.1 \times 10^{13} \text{ km})$

ويساوي أيضاً (3.26 lights years)

يُشار إلى المليون فرسخ فلكي بالرمز (Mpc)

❖ وقد قدّر العلماء عمر الكون بنحو (13.7) billion years، وقد يكون العمر الفعلي للكون أصغر أو أكثر ببضعة مليارات من السنين.

الربط بالفلك



ثمة طرائق أخرى تُستخدم في حساب عمر الكون، مثل استخدام إشعاع الخلفية الكونية، حيث يفترض علماء الفلك أن هذا الإشعاع ناتج من نشأة الكون، ومن ثم يتوقع أنه بوساطة دراسة توزيعه وكثافته ودرجة حرارته وتردده، وطوله الموجي وغيرها من الخصائص يمكن استنتاج خصائص الكون المبكر، ومن ضمنها تحديد بداية الكون.

مثال 1

أحسب عمر الكون بوحدة (years) إذا كان ثابت هابل يساوي (70 km/s/Mpc).

الحل:

أكتب قانون عمر الكون وأبين وحدات ثابت هابل:

$$T = 1 / H_0$$

$$= 1/70 \text{ km/s/Mpc}$$

أحوّل وحدة (Mpc) إلى (km):

$$\text{Mpc} = 3.1 \times 10^{19} \text{ km}$$

أحوّل وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years):

$$1 \text{ year} = 3.1 \times 10^7 \text{ s}$$

أعوّض في القانون:

$$T = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{70 \times 3.1 \times 10^7}$$

$$T = 14.285 \times 10^9 \text{ years}$$

مثال 2

أحسب عمر الكون بوحدة (years) إذا كان ثابت هابل يساوي (77 km/s/Mpc).

الحل:

$$T = 1 / H_0$$

أحوّل وحدة (Mpc) إلى (km):

$$\text{Mpc} = 3.1 \times 10^{19} \text{ km}$$

أحوّل وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years):

$$1 \text{ year} = 3.1 \times 10^7 \text{ s}$$

أعوّض في القانون:

$$T = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{77 \times 3.1 \times 10^7}$$

$$T = 12.987 \times 10^9 \text{ years}$$

ألاحظ أنه كلما زادت قيمة ثابت هابل قلّ عمر الكون.

تمرين؟

أحسب ثابت هابل على افتراض أن عمر الكون يساوي (13.5 billion years).

$$T = 1/H_0$$

$$\text{Mpc} = 3.1 \times 10^{19} \text{ km}$$

$$1\text{year} = 3.1 \times 10^7 \text{ s}$$

أحوّل وحدة Mpc إلى km:

أحوّل الوحدة من (s) إلى (years)

$$13.5 \times 10^9 = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{H_0 \times 3.1 \times 10^7}$$
$$H_0 = 74 \text{ km/ s /Mpc}$$

أتحقق: ✓ أوضح: كيف تمكّن العلماء من حساب عمر الكون؟

بحساب مقلوب ثابت هابل حسب العلاقة الرياضية: $T = 1/ H_0$

[مراجعة الدرس 2]

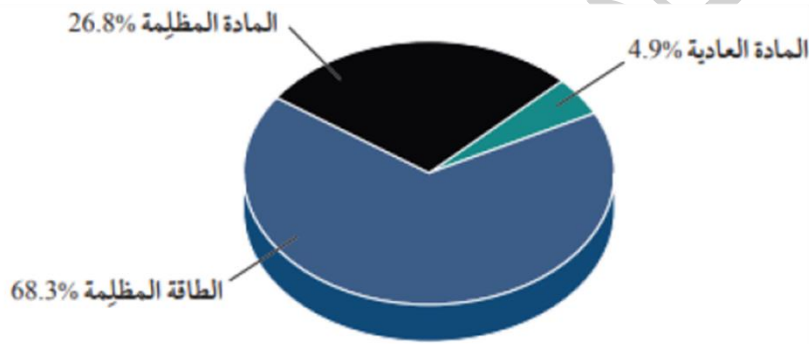
1. الفكرة الرئيسية: أفسر ازدياد سرعة توسع الكون على الرغم من قوة التجاذب الكبيرة بين مكونات الكون المادية.

بسبب تأثير الطاقة المظلمة التي تباعد بين المجرات.

2. أستنتج ما سيحدث لسرعة توسع الكون إذا رُصدت النجوم فوق المستعرة الموجودة في المجرات القريبة بدلاً من رصدها في المجرات البعيدة.

ستتباطأ سرعة توسع الكون .

3. أرسم مقطعاً بيانياً يوضح نسب مكونات الكون من مادة وطاقة.



4. أتوقع ما سيحدث إذا ازدادت الطاقة المظلمة ازدياداً متسارعاً مع توسع الكون، وسيطرت في النهاية على المادة المظلمة.

سيتوسع الكون بشكل متسارع جداً لم يسبق له مثيل .

5. أحسب عمر الكون بالسنوات إذا كان ثابت هابل يساوي (80 km/s/Mpc).

$$T = 1/H_0$$

$$Mpc = 3.1 \times 10^{19} km$$

أحول وحدة Mpc إلى km :

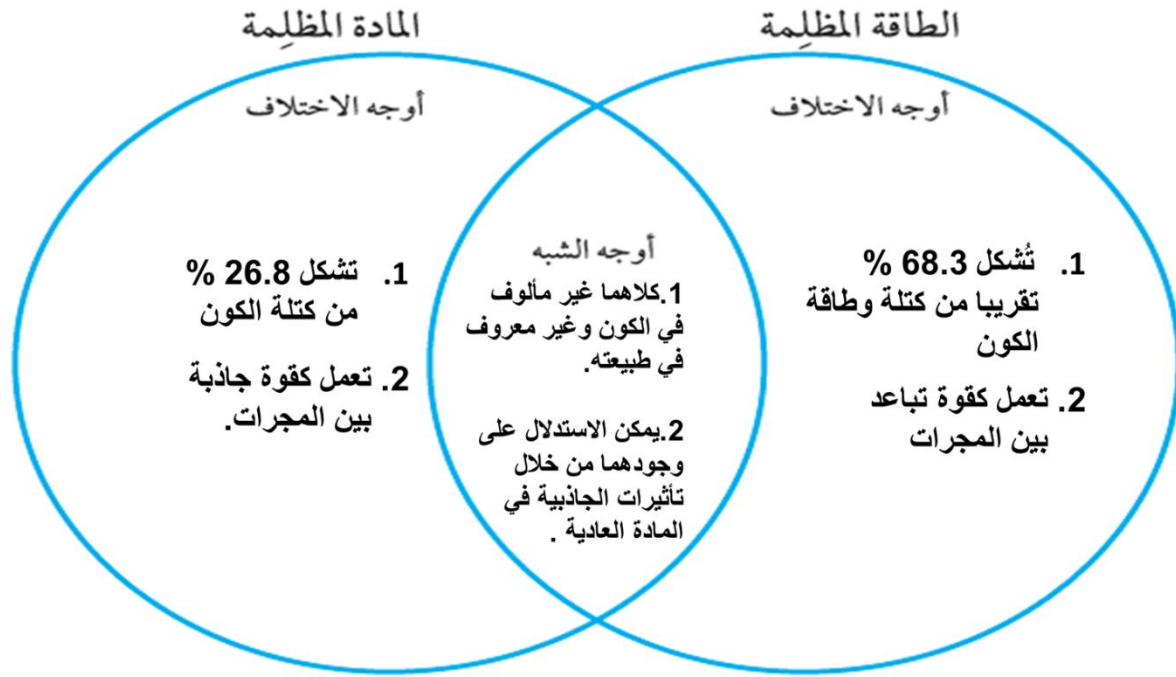
$$1 Year = 3.1 \times 10^7 s$$

أحول الوحدة من (s) إلى (years)

$$T = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{80 \times 3.1 \times 10^7}$$

$$T = 12.5 \times 10^9 years$$

6. أُقارن بين الطاقة المظلمة والمادة المظلمة باستخدام شكل في الآتي:

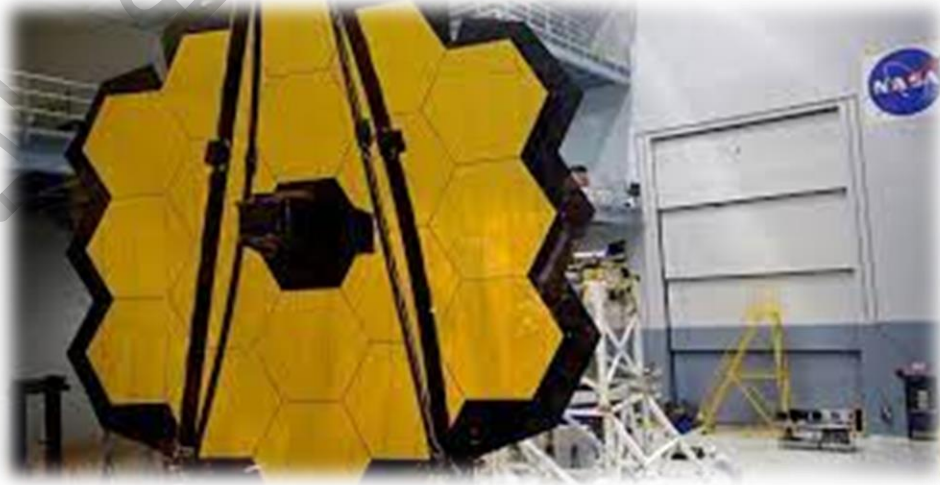


مِقْرَاب جِيمس ويب الفضائي James Webb Space Telescope

الإثراء والتوسع

أُطلق مِقْرَاب جِيمس ويب الفضائي (JWST) بتاريخ 2021/12/25م إلى الفضاء نحو نقطة لاغرانج (Lagrangian Point (2 L) على بُعد (1.5 million kilometers) من الأرض، ويُعدّ هذا المِقْرَابُ أقوى مرصد فضائي حتى الآن، ويوصّف بأنه خليفة مِقْرَاب هابل الفضائي، ويتمتع بقدرة كبيرة على التقاط النجوم البعيدة في طيف الأشعة تحت الحمراء، في حين أن الأجهزة الموجودة على مِقْرَاب هابل يمكنها رصد جزء صغير من طيف الأشعة تحت الحمراء، لكن قدراتها الأساسية تتمثل في رصد طيف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية. بالإضافة إلى ذلك فإن الصور الملتقطة بوساطة مِقْرَاب جِيمس ويب أكثر دقّةً من مِقْرَاب هابل. لذلك من المتوقع أن تحدث ثورة في علم الفلك والفيزياء الفلكية من خلال تسليط الضوء على أقدم النجوم، والمجرات التي شكّلت بعد الانفجار العظيم.

يتكوّن قلب مِقْرَاب جِيمس ويب من مرآة مقعّرة قطرها (6.5 m)، تتألّف من 18 مرآة سداسية الأضلاع، وهي مصنوعة من عنصر البريليوم المطلّي بالذهب، وقد أضيفت مجسّات دقيقة إلى المِقْرَاب بهدف التقاط صور للأجرام في الفضاء وتحليل الإشعاع؛ من أجل فهم خصائص المواد الكونية.



مراجعة الوحدة 1

السؤال الأول:

أضغ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. وفق نموذج الانفجار العظيم، فإن عمر الكون

(billion years) يقدر بـ:

(أ) (2.7). (ب) (9).

(ج) (13.7). (د) (15).

3. يمثل الخط الزمني أُنهاء الوقت من الزمن الحالي إلى

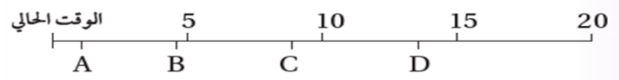
(20 billion years) مضت، وتمثل الرموز

(A,B,C,D) أوقاتاً محددة. فإن الرمز على الخط

الزمني الذي يمثل الوقت الذي قدر فيه العلماء حدوث

الانفجار العظيم هو:

خط زمني (billion years)



(أ) A. (ب) B.

(ج) C. (د) D.

4. توصل علماء الفلك عن طريق دراستهم النجوم فوق

المستعرة إلى أن الكون:

(أ) يتوسع بشكل متسارع.

(ب) يتوسع ببطء.

(ج) يبقى ثابتاً من دون تحرك.

(د) يتوسع بنسب متغيرة.

5. نشأ إشعاع الخلفية الكونية:

(أ) بعد (300 million years) من حدوث الانفجار

العظيم.

(ب) بعد (380,000 years) من حدوث الانفجار العظيم.

(ج) بعد مضي ثوانٍ من حدوث الانفجار العظيم.

(د) في اللحظة ($10^{-43}s$) من حدوث الانفجار العظيم.

2. النسب التي تمثل الطاقة والمادة المكونة للكون ممّا

يأتي هي:

(أ) 4.9% طاقة مظلمة، 26.8% مادة مظلمة،

68.3% مادة عادية.

(ب) 68.3% طاقة مظلمة، 26.8% مادة مظلمة،

4.9% مادة عادية.

(ج) 68.3% مادة عادية، 26.3% مادة مظلمة،

4.9% طاقة مظلمة.

(د) 26.8% مادة عادية، 68.3% مادة مظلمة،

4.9% طاقة مظلمة.

6. تفترض نظرية الكون المستقر بأن الكون:

(أ) ليس له بداية وليس له نهاية.

(ب) ينكمش بنسبة ثابتة.

(ج) يتوسع بنسبة ثابتة.

(د) لا ينكمش ولا يتوسع.

7. نسبة غاز الهيدروجين في مادة الكون المرئية تساوي

تقريباً:

(أ) (2 %).

(ب) (24 %).

(ج) (74 %).

(د) (98 %).

10. وفق نظرية نموذج الكون المستقر، تتكوّن مادة جديدة في الكون نتيجة توسع الكون وتمدده على شكل:

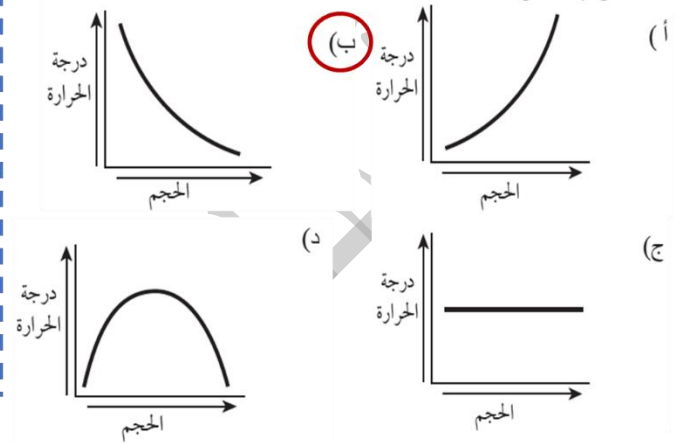
- (أ) غاز الهيليوم.
 (ب) غاز الهيدروجين.
 (ج) نجوم صغيرة.
 (د) مجرات.

11. تبلغ درجة حرارة الكون الآن (بوحدة K):

- (أ) (2).
 (ب) (2.7).
 (ج) (2.8).
 (د) (3.5).

8. كثافة الكون بحسب نظرية الكون المستقر:

- (أ) تتغير مع الزمن.
 (ب) تقلّ بنسبة ثابتة.
 (ج) تزداد بنسبة ثابتة.
 (د) تثبت مع الزمن.
 9. الرسم البياني الذي يوضّح العلاقة بين حجم الكون ودرجة الحرارة التي يشير إليها إشعاع الخلفية الكونية هو:



السؤال الثالث:

أحسب ثابت هابل على افتراض أن عمر الكون يساوي (12.5 billion years).

$$T = 1/H_0$$

$$Mpc = 3.1 \times 10^{19} km \quad \text{أحول وحدة Mpc إلى km}$$

$$1 Year = 3.1 \times 10^7 s \quad \text{أحول الوحدة من (s) إلى (years)}$$

$$12.5 \times 10^9 = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{H_0 \times 3.1 \times 10^7}$$

$$H_0 = 80 km/s/Mpc$$

السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في ما يأتي بما هو مناسب من المصطلحات:

- كانت مادة الكون في بداية نشأته تتكوّن من **جسيمات بدائية**
- يكون غازا الهيدروجين والهيليوم ما نسبته (98%) من مادة الكون **العادية**
- يقدر العلماء أن اللحظة التي حدث عندها الانفجار العظيم للذرة البدائية هي **(0 s)**
- تعمل المادة المظلمة في الكون كقوة **جاذبة**

السؤال الرابع: أفسر العبارات الآتية تفسيرًا علميًا دقيقًا:

أ - ثبات كثافة الكون على الرغم من توسّعه وازدياد حجمه وفق نظرية الكون المستقرّ.

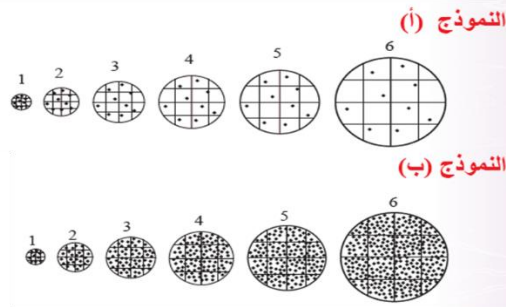
لأن هناك مادة جديدة تتشكل باستمرار مع تمدد الكون وتوسّعه؛ أي أن كتلة الكون تزداد بنسبة ثابتة مع حجمه، ما يحافظ على متوسط كثافته.

ب- يُعزى التوسّع السريع للكون للطاقة المظلمة.

لأن الطاقة المظلمة تعمل كقوة تعمل على تباعد المجرات، ومن ثم توسع الكون .

ج- يُعدّ إشعاع الخلفية الكونية دليلًا على صحّة نظرية الانفجار العظيم.

يمثل إشارات ميكروية منتظمة الخواص قادمة من كافة الاتجاهات في السماء، وفي الأوقات كافة وبصورة مستمرة من دون توقف أو تغيير ما يدل على أنه نتج من عملية الانفجار الكوني العظيم و حسب العلماء درجة حرارته في الوقت الحالي، ووجدوا أنها تساوي (2.7 k) وهي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء.



3 . أوضح كيف تُعدّ الكوازارات دليلًا معارضًا لأحد النموذجين، بينما تُعدّ دليلًا مؤيدًا للنموذج الآخر.

تُعدّ الكوازارات دليلًا مؤيدًا لنموذج الانفجار العظيم؛ لأن الكوازارات تم اكتشافها ورصدها بعيدا جدا باتجاه حافة الكون المرئي، ولم تُرصد بالقرب منا، وتُظهر أطيفها انزياحا شديدا نحو الأحمر، ما يدل على أن خصائص الكون سابقا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر. وتُعدّ دليلًا معارضًا لنموذج الكون المستقر؛ لأن هذه النظرية تفترض تشابه خصائص الكون منذ نشأته حتى الوقت الحالي، وهذا يتعارض مع رصد الكوازارات.

السؤال السادس: أقرن بين نموذج الكون المستقرّ ونموذج الانفجار العظيم من حيث المادة المكوّنة لمجرتنا والمجرات الأخرى.

- نظرية الكون المستقر: المادة المكوّنة لمجرتنا هي نفس المادة المكوّنة للمجرات الأخرى سواء كانت المجرات قريبة أو بعيدة.
- نظرية الانفجار العظيم: فإن المادة المكوّنة لمجرتنا والمجرات الأخرى تختلف باختلاف بُعدها أو قربها .

السؤال الخامس:

أدرس الشكل الآتي الذي يمثّل نموذجين للكون (أ، ب) حسب نظريتي: الانفجار العظيم، والكون المستقرّ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

1 . أصف ماذا يحدث لكثافة الكون وكتلته في كل من النموذجين (أ) و (ب).

في النموذج (أ) تقل كثافة الكون بينما تبقى كتلته ثابتة، أما في النموذج (ب) فإن كثافة الكون تبقى ثابتة، بينما تزداد الكتلة بنسبة ثابتة مع الحجم.

2 . استنتج: أي النموذجين يُمثّل نموذج الانفجار العظيم، وأيهما يمثّل نموذج الكون المستقرّ؟

النموذج (أ) يمثّل نموذج الانفجار العظيم
النموذج (ب) يمثّل نموذج الكون المستقرّ.

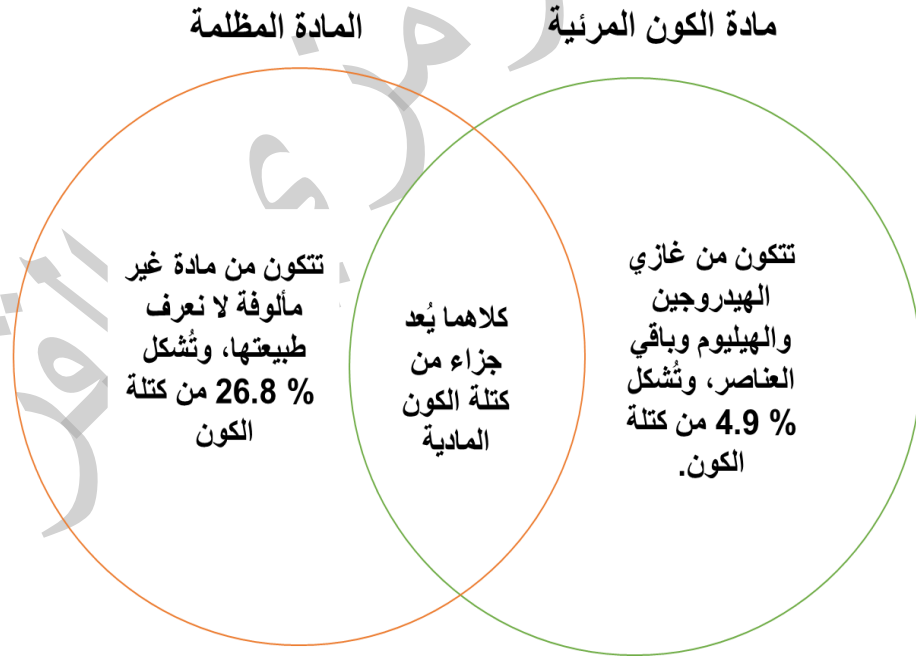
**السؤال السابع: أقوم صحة ما أشارت إليه العبارة الآتية:
" تُعدّ نظرية الانفجار العظيم مكملةً لنظرية الكون المستقرّ".**

عبارة غير صحيحة؛ لأن نظرية الكون المستقر تفترض أن الكون ليس له بداية أو نهاية، بينما تفترض نظرية الانفجار العظيم أن الكون له بداية وقد نشأ عن انفجار ذرة بدائية.

السؤال الثامن: أتبّع مراحل نشأة الكون منذ لحظة الانفجار العظيم حتى تشكّل المجرات.

في الزمن (10^{-43} s) ارتفعت درجة حرارة الكون لتصل تقريباً إلى (10^{32} k) و كانت مادة الكون تتكون من جسيمات بدائية تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر، ومع الزمن وباستمرار توسع الكون وبرودته بدأت العديد من الدقائق بالتكون مثل: الفوتونات، والنيوترونات، والإلكترونات، ولم تتكون الذرات إلا بعد مضي ($380,000$ years) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى (3000 k)، ما سمح بتكون أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم وباقي العناصر، ثم اندمجت فكونت النجوم التي تجمعت فكونت المجرات.

السؤال التاسع: أفاّن بين مادة الكون المرئية (المادة العادية) وبين المادة المظلمة باستخدام شكل فن الآتي:



السؤال العاشر: أوضّح أوجه القصور في نظرية الانفجار العظيم.

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

السؤال الحادي عشر: يفترض بعض علماء الفلك بأن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية. أستنتج: كيف يُثبت اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية بُطلان هذه الفرضية؟

لو كان الكون ثابتا ليس له بداية أو نهاية، فإن خصائصه لن تتغير بمرور الوقت، ولكن اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية يدل على اختلاف خصائص الكون، فقد تكون هذا الإشعاع بعد مضي (380,000 years) من الانفجار وكانت درجة حرارته مرتفعة جدا، وانخفضت درجة حرارته مع الزمن حتى أصبحت (2.7 k) في الوقت الحالي، وهي مماثلة للقيمة المقاسة حاليا .