

الوحدة
الخامسة

المجرات ونشأة الكون

تأمل الصورة: تعد المجرات وحدة البناء الأساسية للكون، وتقع الأرض في إحدى هذه المجرات، وتتحرك المجرات مبتعدة عن بعضها، وهذا يدل على أن الكون يتوسع مع الزمن. فما هي المجرات، وكيف نشأ الكون. وما الأدلة على توسعه.

المجرات وأنواعها

الدرس
الأول

سؤال كل ما هو موجود من طاقة ومادة وفضاء، وما يحويه من مكونات يُطلق عليها اسم:

(أ) النجوم (ب) السديم (ج) المجرة (د) الكون

تعلّمت في صفوف سابقة أنّ الشمس ومجموعة الأجرام التي تدور حولها، مثل الكواكب، ومنها كوكب الأرض، وما يتبعها من أقمار، تقع في مجرة تسمى مجرة درب التبانة، فما المقصود بالمجرة، وما خصائص مجرة درب التبانة؟

سؤال أوضّح المقصود بالمجرة:

تجمع هائل من مليارات النجوم المختلفة في خصائصها، والكواكب، والأقمار، والكويكبات، والنيازك والغازات، والأغبرة الكونية، التي يفصل بينها مسافات هائلة.

سؤال ما هي الوحدة الأساسية في بناء الكون:

المجرة

سؤال فسر: تعد المجرات الوحدة الأساسية في بناء الكون:

لأن مكونات المجرة ترتبط بعضها ببعض بقوة جاذبية، فتتحرّك في الكون بوصفها وحدة واحدة.

سؤال ما هي أول المجرات التي رصدها من الأرض العالم الفلكي المسلم عبد الرحمن الصوفي:

مجرة المرأة المسلسلة (أندروميديا)، أنظر الشكل:



سؤال

أول المجرات التي رصدها العالم عبد الرحمن الصوفي من الأرض هي:

- (أ) مجرة ماجلان الكبرى
 (ب) مجرة ماجلان الصغرى
 (ج) مجرة المرأة المسلسلة
 (د) مجرة مسييه 59

سؤال

أقارن بين المجرات القزمة والمجرات العملاقة من حيث عدد النجوم التي تحويها:

المجرات القزمة تحوي ما يقارب 1000 نجم إلى عدة ملايين من النجوم، أما المجرة العملاقة فتحتوي مليارات النجوم.

سؤال

اذكر مثالاً على المجرات القزمة:

مجرة ماجلان الصغرى

سؤال

اذكر مثالاً على المجرات العملاقة:

مجرة درب التبانة

مجرة درب التبانة: <

سؤال

تعدّ مجرة درب التبانة إحدى المجرات:

- (أ) قصيرة العمر ذات الشكل الحلزوني
 (ب) قصيرة العمر ذات الشكل اللولبي
 (ج) متوسطة العمر ذات الشكل الحلزوني
 (د) متوسطة العمر ذات الشكل اللولبي

سؤال

تمتاز مجرة درب التبانة بأنّها:

- (أ) حلزونية الشكل، وكروية النواة
 (ب) حلزونية الشكل، وخطية النواة
 (ج) إهليلجية الشكل، وشديدة الاستطالة
 (د) إهليلجية الشكل، وقليلة الاستطالة

سؤال

تضم مجرة درب التبانة نحو:

- (أ) (20 - 60) مليار نجم
 (ب) (80 - 140) مليار نجم
 (ج) (140 - 200) مليار نجم
 (د) (200 - 400) مليار نجم

سؤال

صف شكل النجوم في مجرة درب التبانة:

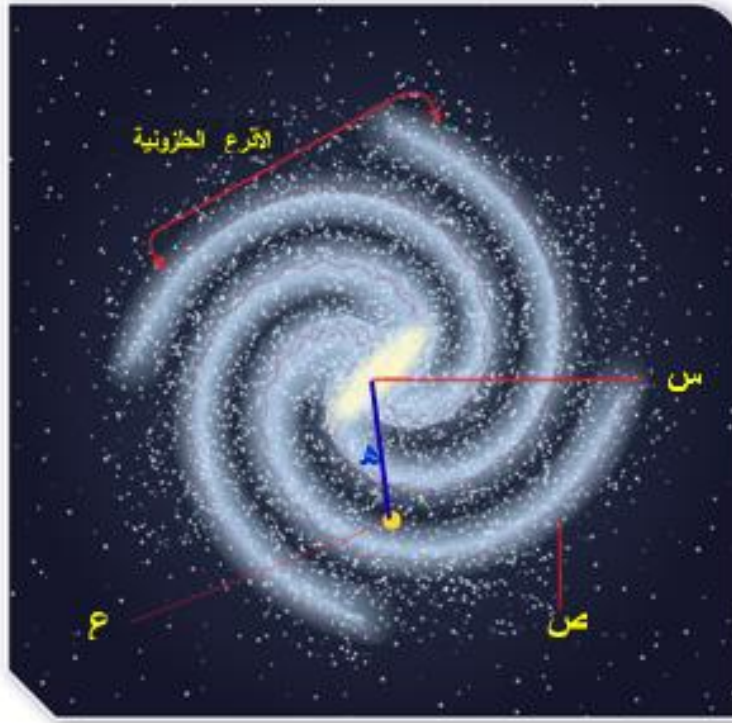
- 1) تكون النجوم فيها منفردة مثل الشمس.
- 2) على شكل أنظمة نجمية مثل النجوم الثنائية والعناقيد النجمية.
- 3) على شكل كوكبات نجمية.
- 4) تنتشر في أطرافها سحب من الغبار والغازات الكونية.

سؤال

أقارن بين المجرات القزمة والمجرات العملاقة من حيث عدد النجوم التي تحويها:

المجرات القزمة تحوي ما يقارب 1000 نجم إلى عدة ملايين من النجوم، أما المجرة العملاقة فتحتوي مليارات النجوم.

اعتمادا على الشكل ، أجب عن الفقرات التالية:



سؤال

ماذا يمثل الرمز (س):

(أ) نواة مجرة درب التبانة الخطية

(ب) عناقيد نجمية

(ج) برج نجمي

(د) ثقب أسود في مركز مجرة درب التبانة

سؤال

ماذا يمثل الرمز (ص):

(أ) ذراع برشاوس

(ب) ذراع القوس

(ج) ذراع الجبار

(د) ذراع قنطورس

سؤال

ماذا يمثل الرمز (ع):

(أ) نجم الجبار

(ب) نجم الشمس

(ج) نجم قنطرس

(د) ثقب أسود

سؤال

ماذا تساوي المسافة (ه):

(أ) (7000) light years

(ب) (17000) light years

(ج) (27000) light years

(د) (37000) light years

سؤال

أدرس الشكل الآتي الذي يبين مجرة درب التبانة، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



1. أعدد عدد الأذرع في المجرة.

2. أصف شكل النواة في مركز المجرة.

3. أرسم موقع الشمس في المجرة مراعيًا أبعاد كل منهما .

4. أصف حركة الأذرع الحلزونية حول مركز المجرة.

الحل:

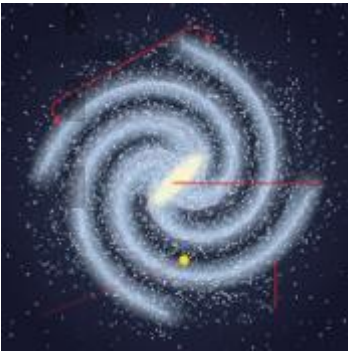
1. أربعة أذرع (برشاوس، قنطورس، القوس، الجبار)

2. نواة خطية على شكل اسطوانة.

3. سوف يرسم الطلبة الشمس كما في الشكل (2).

4. تدور أذرع مجرة درب التبانة من الغرب نحو الشرق حول نواة

خطية الشكل.



سؤال

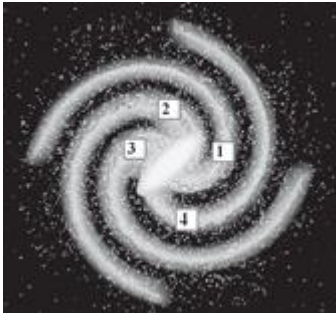
يتموضع النظام الشمسي في مجرة درب التبانة على الذراع:

1 (أ)

2 (ب)

3 (ج)

4 (د)



سؤال

تتحرك الأذرع الحلزونية في مجرة درب التبانة حول مركزها من:

1 (أ) الشرق إلى الغرب

2 (ب) الغرب إلى الشرق

3 (ج) الشمال إلى الجنوب

4 (د) الجنوب إلى الشمال

سؤال

ذراع مجرة درب التبانة التي تقع عليها الشمس هي:

1 (أ) القوس

2 (ب) قنطورس

3 (ج) الجبار

4 (د) برشاوس

سؤال

مجرة درب التبانة تتكون من أربعة أذرع هي:

1 (أ) ذراع القوس

2 (ب) ذراع برشاوس

3 (ج) ذراع قنطورس

4 (د) ذراع الجبار

سؤال

أبحث: مستعينا بمصادر المعرفة المتوافرة، أبحث عن سبب تسمية العرب لمجرة (Way Milky) مجرة درب التبانة:

جاءت تسمية مجرة درب التبانة بهذا الاسم لأن العرب شبهت الجزء الذي يرى منها في الليالي الصافية كطريق لامع من التبن؛ فما يسقط من التبن الذي كانت تحمله مواشيهم كان يظهر أثره على الأرض كأذرع ملتوية تشبه أذرع المجرة.

سؤال

لماذا تسمى مجرة درب التبانة باللغة الإنجليزية Way Milky؛ أي درب اللبانة:

نظرا إلى شكلها الذي يُشبهه خطا من الحليب في السماء عند رؤية جزء منها من الأماكن غير المضاءة.

سؤال

ماذا يمثل الشكل:

يبين جزءاً من مجرة درب التبانة عند رصدها في سماء وادي رم.



سؤال

كيف تظهر مجرة درب التبانة في السماء:

على شكل حزمة باهتة من الضوء تمتد في السماء.

سؤال

أفسر: لماذا تتجمع النجوم في مركز مجرة درب التبانة؟

يفسر العلماء ذلك بوجود ثقب أسود في مركز المجرة يعمل على جذبها نحو المركز.

سؤال

يمكن رصد جزء من مجرة درب التبانة في السماء من الأماكن غير المضاءة في الأرض، أفكر كيف يمكنني فعل ذلك والأرض تقع داخل هذه المجرة:

تعد الأرض أحد كواكب النظام الشمسي الذي يقع على طرف إحدى أذرع المجرة، والجزء الذي يمكننا مشاهدته عند رصد المجرة هو أجزاء من الأذرع الأخرى.

سؤال

كيف يظهر شكل مجرة درب التبانة من المسقط الجانبي:



على شكل قرص ضيق فيه انتفاخ من الوسط كما في الشكل الأول.

سؤال

كيف يظهر شكل مجرة درب التبانة من المسقط الرأسي:



على شكل حلزوني لولبي كما في الشكل الثاني.

سؤال

كيف نشأت مجرة درب التبانة حسب اعتقاد العلماء وكيف استدلّ العلماء على صحة اعتقادهم:

نشأت من اندماج مجرتين إحداهما قزمة حديثة، والأخرى قديمة أكبر حجماً، وذلك قبل (13 billion years) تقريباً. أنظر الشكل. وقد استدلّ العلماء على صحة اعتقادهم بدراسة نجوم المجرة التي أظهرت أن مجرة درب التبانة تضم نوعين من النجوم: نجوم حمراء قديمة، ونجوم زرقاء حديثة.



اندماج مجرتين حلزونيتين كما حدث في مجرة درب التبانة عند نشأتها

سؤال

أظهرت الدراسات التي أجريت على النجوم أنّ مجرة درب التبانة تتكون من:

- (أ) نوعين من النجوم: نجوم زرقاء قديمة، ونجوم حمراء حديثة.
- (ب) نوعين من النجوم: نجوم حمراء قديمة، ونجوم زرقاء حديثة.
- (ج) نوع واحد من النجوم وهو نجوم حمراء قديمة.
- (د) نوع واحد من النجوم وهو نجوم زرقاء حديثة.

لتُعرف بعض خصائص مجرة درب التبانة، أنفذ النشاط الآتي:

نشاط

خصائص مجرة درب التبانة: لم يستطع علماء الفلك تُعرف شكل مجرة درب التبانة؛ لأن الأرض جزء منها، لكنهم تعرفوا خصائصها باستخدام المقاريب (التلسكوبات) الراديوية، والأشعة تحت الحمراء المنبعثة عنها، ومقارنتها بأشكال المجرات الأخرى يُمثل الجدول الآتي بعض البيانات التي جمعت عن المجرة. أدرس الجدول جيدا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

خصائص مجرة درب التبانة	
نوع المجرة	حلزونية حطية النواة
العمر	13 billion years
القطر	100000 light years
السُمك	10000 light years
الكتلة	5.8×10^{11} ضعف كتلة الشمس
زمن دوران المجرة حول نفسها	250 million years
زمن دوران الشمس حول مركز المجرة	225 million years

السنة الضوئية Light Year: وحدة قياس تستخدم لوصف المسافات البعيدة بين الأجرام السماوية، وتعرف بأنها المسافة التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، وتعادل 9.4×10^{12} km

التحليل والاستنتاج



1. أحدد نوع مجرة درب التبانة.

الجواب: مجرة حلزونية حطية النواة.

2. أحسب قطر مجرة درب التبانة بوحدة km.

الجواب: قطر مجرة درب التبانة يساوي 100000 ly

للتحويل ل Km $\leftarrow 9.4 \times 10^{17} \text{ km} = (9.4 \times 10^{12}) \times 10^5$

3. أحسب عدد الدورات التي أكملتها الشمس حول مركز مجرة درب التبانة حتى الآن، علما بأن عمر

الشمس كما يُقدِّره علماء الفلك 4.7 billion years تقريبا.

الجواب: زمن دوران الشمس حول المجرة = 250×10^6 سنة

عمر الشمس = 4.7×10^9 سنة \leftarrow ومنه: $n = \frac{4.7 \times 10^9}{250 \times 10^6} = 18.8$

عدد المرات التي دارت فيها الشمس حول مركز المجرة تساوي 18.8 مرة تقريبا

4. أتوَّع: ماذا يطلق على المدة الزمنية التي تُكمل فيها الشمس دورة كاملة حول مركز المجرة؟

الجواب: السنة المجرية.

تصنيف المجرات

كيف تتجمع المجرات:

سؤال

- (1) في مجموعات تسمى المجموعات المجرية، كما النجوم
- (2) تتجمع المجرات على هيئة عناقيد تسمى العناقيد المجرية

كم تحتوي المجموعات المجرية في الغالب على عدد من المجرات:

سؤال

100 مجرة أو أقل مرتبطة جذبياً مع بعضها البعض.

في أي مجموعة مجرية توجد مجرتنا درب التبانة:

سؤال

في المجموعة المحلية التي تحتوي 50 مجرة مُوثَّقًا وجودها.

كم عدد المجرات في العنقود المجري:

سؤال

تتراوح أعداد المجرات التي تحويها بين مئات وآلاف المجرات.

ما أشهر العناقيد المجرية المعروفة:

سؤال

عنقود العذراء.

على ماذا اعتمد العلماء في تصنيف المجرات:

سؤال

اعتمادًا على أشكالها وخصائصها الفيزيائية ومقدار سطوع مركزها.

ما أشهر تصنيفات علماء الفلك للمجرات:

سؤال

تصنيف العالم الفلكي إدوين هابل.

ما عدد المجرات في الكون تقريبًا:

سؤال

يحتوي $(10^{11}-10^8)$ مجرة تقريبًا.

عندما درس علماء الفلك المجرات، لاحظوا أن المجرات تختلف في خصائصها، ما هي:

سؤال

- | | |
|-------------|-------------------------|
| (1) أشكالها | (2) حجمها |
| (3) أعمارها | (4) شدة إضاءتها وسطوعها |

فسر: عمل العلماء على تصنيف المجرات:

سؤال

لتسهيل دراستها لأنهم لاحظوا أن المجرات تختلف في أشكالها، وحجمها، وأعمارها، وشدة إضاءتها وسطوعها .

الوحدة الأساسية في بناء الكون هي:

سؤال

(أ) النجوم (ب) المجرات (ج) الكواكب (د) السدم الكونية

على ماذا اعتمد العالم الفلكي إدوين هابل في تصنيف المجرات:

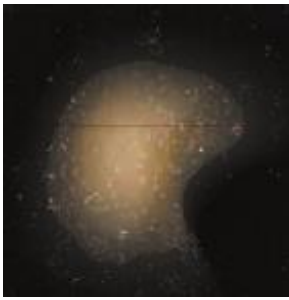
سؤال

اختلاف أشكال المجرات.

ما أشكال المجرات حسب تصنيف العالم الفلكي إدوين هابل:

سؤال

(1) مجرات إهليلجية (بيضوية) (2) مجرات حلزونية (3) مجرات غير منتظمة



ماذا استخدم هابل لدراسة المجرات :

سؤال

نوع المجرة	العمر	كمية الغازات فيها
غير المنتظمة	أصغر المجرات عمراً	أكبر كمية غازات
الحلزونية	متوسطة العمر	متوسطة
الإهليلجية	أكبر المجرات عمراً	أقل كمية غازات

الشكل: تظهر المجرات في الكون بأشكال وأحجام مختلفة، فمنها لها شكل منتظم ومنها ليس لها شكل منتظم أصف أشكال المجرات في الشكل:

سؤال

تظهر المجرات في الشكل بأشكال مختلفة فبعضها له شكل منتظم (إهليلجي، أو بيضوي، أو لها أذرع، حلزوني) وبعضها الآخر شكلها غير منتظم .



المجرات الاهليجية

سؤال ما هي المجرات الأكثر شيوعاً في الكون:

المجرات الاهليجية

سؤال ما هي المجرات الأقدم والأكبر عمراً:

المجرات الاهليجية

سؤال لماذا سميت المجرات الاهليجية بهذا الاسم:

لأن شكلها إهليلجي.

سؤال اذكر مثالاً على المجرات الاهليجية:

مجرة مسييه 59 (Messier 59).

سؤال من الأمثلة على المجرات الإهليلجية:

(ب) مجرة ماجلان الصغرى

(أ) مجرة ماجلان الكبرى

(د) مجرة المرأة المسلسلة

(ج) مجرة مسييه 59

سؤال كيف تختلف المجرات الإهليلجية عن بعضها:

في شدة استطالتها، فبعضها شديد الاستطالة، وبعضها الآخر قليل الاستطالة، بحيث إنه يكاد يقترب من الشكل الكروي في بعض المجرات.

سؤال كيف قُسمت المجرات الإهليلجية:

قُسمت إلى ثماني فئات، هي:

$(E_0, E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7)$. تُعدّ المجرة E_0 أقل المجرات الإهليلجية استطالة، وأكثرها ميلاً إلى الشكل الكروي. أما المجرة E_7 فهي أكثر المجرات الإهليلجية استطالة، في حين تندرج بينهما الفئات الأخرى من المجرات الإهليلجية، أنظر الشكل:



سؤال

أوضح العلاقة بين شدة استتالة المجرة الإهليلجية وعمرها:

كلما زادت الاستتالة قل العمر فالمجرة الأكثر استتالة تكون أحدث ($E_4 - E_7$) بيضوية
كلما قلت الاستتالة زاد العمر فالمجرة الأقل استتالة تكون أقدم ($E_1 - E_3$) كروية

سؤال

أحد الرموز الآتية يُعبّر عن أكثر المجرات الإهليلجية استتالة:

(E_1) د(E_3) ج(E_7) ب(E_0) أ

سؤال

فسر: لماذا يسهل رصد المجرات الإهليلجية مقارنة بأنواع المجرات الأخرى:

لأن معظم المجرات الإهليلجية تحتوي على قليل من الغازات والأغبرة الكونية بين نجومها؛ ما يساعد على سهولة رصدها ومشاهدتها.

سؤال

نوع المجرة التي يسهل رصدها مقارنة بأنواع المجرات الأخرى هي:

ب) المجرات غير المنتظمة

أ) المجرات الإهليلجية

د) المجرات الحلزونية كروية النواة

ج) المجرات الحلزونية خطية النواة

المجرات الحلزونية

سؤال

بم تمتاز المجرات الحلزونية:

- 1) لها أذرعاً تلتف حول نواتها بشكل حلزوني؛ ما يفسر سبب تسميتها المجرات الحلزونية، ويرمز إليها بالرمز (S).
- 2) تُعدّ المجرات الحلزونية من المجرات متوسطة العمر.
- 3) وقد لاحظ العلماء عند رصدها أنها تحوي كميات كبيرة من الغازات والأغبرة الكونية بين نجومها مقارنة بالمجرات الإهليلجية.

سؤال

أتحقّق: أأحد أنواع المجرات الحلزونية تبعا لشكل النواة في مركزها:

1) مجرة حلزونية كروية النواة يرمز إليها، بالرمز (S)

2) مجرة حلزونية خطية النواة يرمز إليها بالرمز (SB)



مجرة حلزونية خطية النواة



مجرة حلزونية كروية النواة

المجرة الظاهرة في الشكل المجاور هي:

سؤال



- (أ) مجرة إهليلجية.
 (ب) مجرة حلزونية كروية النواة.
 (ج) مجرة حلزونية خطية النواة.
 (د) مجرة غير منتظمة.

ما التصنيفات الفرعية الأخرى للمجرات الحلزونية اعتماداً على شدة انفتاح الأذرع حول نواة المجرة:

سؤال

- 1) الحرف (a) يمثّل أقلّ الأذرع انفتاحاً
 2) يمثّل الحرف (b) أذرعاً متوسطة الانفتاح
 3) الحرف (c)، فيمثّل أذرعاً شديدة الانفتاح.

سُمّي المقراب المخصّص لدراسة الفضاء واستكشافه باسم (مقراب هابل الفلكي).

سؤال

تقديراً للعالم إدوين هابل.

ما هي ميزات مقراب هابل الفلكي:

سؤال

يعدّ هذا المقراب من أفضل التقنيات العلمية التي تمكنت من التقاط صوراً للفضاء خارج الغلاف الجوي وهو مخصّص لدراسة الفضاء واستكشافه.

متى أُطلق مقراب هابل الفلكي:

سؤال

عام 1990 م على متن المكوك الفضائي Discovery من وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) NASA في مدار حول الأرض، ولا يزال مستخدماً حتى الآن.

تعدّ مجرة درب التبانة مجرة حلزونية خطية النواة، وذات أذرع متوسّطة الانفتاح. أحدد: ما الرمز الذي يمثّلها؟

سؤال

مجرة حلزونية خطية النواة: SB ذات أذرع متوسطة الانفتاح: b وبذلك يكون الرمز: SBb

أبين خصائص مجرة درب التبانة من حيث نوعها، وشكل النواة فيها، وشدة انفتاح أذرعها.

سؤال

تعدّ مجرة درب التبانة مجرة حلزونية خطية النواة، ذات أذرع متوسّطة الانفتاح

المجرات غير المنتظمة

لماذا أُسميت المجرات غير المنتظمة بهذا الاسم :

سؤال

لعدم وجود شكل منتظم لها مثل بقية المجرات

ما هي خصائص المجرات غير المنتظمة:

سؤال

- (1) مجرات صغيرة
- (2) باهتة يصعب اكتشافها ورصدها في الغالب
- (3) تحوي كمية من الغازات والأغبرة الكونية بين نجومها أكثر مما تحويه أنواع المجرات الأخرى
- (4) يرى العلماء أنها أحدث المجرات عمراً

ما رمز المجرات غير المنتظمة:

سؤال

يرمز إليها بالرمز (Irr)

فسر: المجرات غير المنتظمة باهتة يصعب اكتشافها ورصدها في الغالب:

سؤال

لأنها تحوي كمية من الغازات والأغبرة الكونية بين نجومها أكثر مما تحويه أنواع المجرات الأخرى.

اذكر مثالين على المجرات غير المنتظمة:

سؤال

- (1) سحابة ماجلان الكبرى
- (2) سحابة ماجلان الصغرى

ماذا يمثل الشكل:

سؤال



سحابة ماجلان الصغرى التي تبدو بشكل غير منتظم.

أحد رموز المجرة التي تحوي أكبر كمية من الغازات، والأغبرة الكونية:

سؤال

المجرة غير المنتظمة Irr.

أفسر: كمية الغازات والأغبرة الكونية في المجرات الحلزونية أقل منها في المجرات غير المنتظمة:

سؤال

في الحلزونية: الغاز يُستهلك بكفاءة في تكوين النجوم ← كميته أقل
في غير المنتظمة: غياب البنية والدوران المنظم يقلل من استهلاك الغاز ← كميته أكبر.

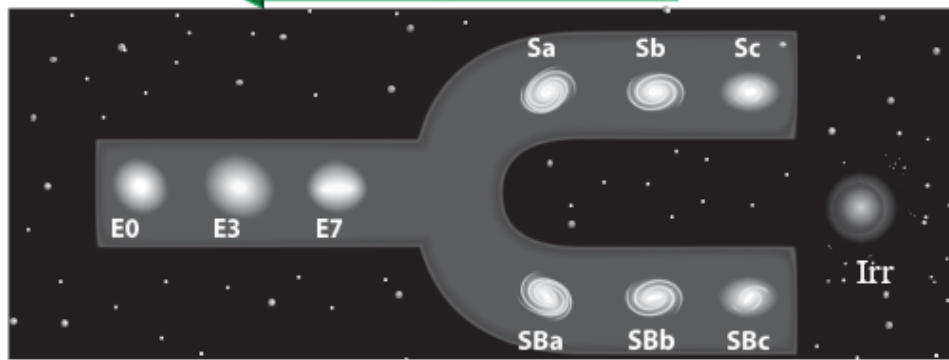
رتب العالم هابل المجرات الإهليلجية، والمجرات الحلزونية، والمجرات غير المنتظمة في مخطط يبين العلاقة بينها. لتُعرف مخطط هابل في تصنيف المجرات، أنفذ النشاط الآتي:

نشاط

- يطلق على مخطط هابل لتصنيف المجرات اسم مخطط الشوكة الرنانة ، ويبين المخطط أن عمر المجرات يزداد وأن كمية الغازات والأغبرة الكونية فيها تقل كلما انتقلنا من المجرات غير المنتظمة إلى المجرات الإهليلجية
- يمثل الشكل الآتي مخططاً صممه العالم هابل لدراسة مختلف أنواع المجرات: (الإهليلجية، والحلزونية، وغير المنتظمة). أتأمل المخطط جيدا، ملاحظا شكل المجرات فيه، وكيفية ترتيبها، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

تزايد عمر المجرات

تناقص كمية الغازات والأغبرة الكونية



التحليل والاستنتاج

1. أتوقع الاسم الذي أطلقه العالم الفلكي إدوين هابل على المخطط تبعا لشكله
الجواب: مخطط الشوكة الرنانة.
2. أتيّن رمز المجرة التي لها نواة كروية في المركز، وأذرعها شديدة الانفتاح: **الجواب:** Sc.
3. أقرن بين المجرة SB_a والمجرة S_b من حيث شكلها، وكمية الغازات فيها، وعمرها.

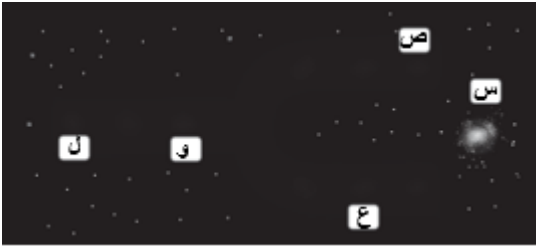
S_b	SB_a	وجه المقارنة
مجرة حلزونية كروية المركز.	مجرة حلزونية أسطوانية المركز.	الشكل
أصغر عمرا.	أكبر عمرا.	العمر
(أكثر انفتاحا).	(أقل انفتاحا).	انفتاح الأذرع

4. أصف المجرة E_0 محددًا عمرها، وكمية الغازات والأغبرة الكونية التي تحويها.
الجواب: E_0 : مجرة إهليلجية وتعد أكبر المجرات عمرا ، وتحوي كميات قليلة من الغازات والأغبرة.

سؤال

أبيّن الأساس الذي اعتمده إدوين هابل في تقسيم المجرات الإهليجية إلى ثماني فئات:

اعتمد هابل على شدة استطالتها، فبعضها شديد الاستطالة، وبعضها الآخر قليل الاستطالة يكاد يقترب من الشكل الكروي .



أتأمّل الشكل المجاور الذي يمثل مخطط الشوكة الرنانة، ثم أجب عن الفِقرات (1,2,3) التي تليه:

سؤال

(1) الرمز الذي يشير إلى أحدث المجرات عمراً هو :

(أ) س (ب) ص (ج) ع (د) ل

(2) الرمز الذي يشير إلى المجرة التي تحتوي أقل كمية من الغازات هو:

(أ) س (ب) ص (ج) ع (د) ل

(3) الرمز الذي يشير إلى أكثر المجرات الإهليجية استطالة هو:

(أ) ص (ب) ع (ج) و (د) ل

سؤال

رتّب العالم إدوين هابل المجرات، وصنّفها في مُخطّط عُرف باسم:

(أ) توسع الكون (ب) الانفجار العظيم

(ج) الكون المستقر (د) الشوكة الرنانة

سؤال

أكبر المجرات عمراً هي المجرات:

(أ) غير المنتظمة (ب) الحلزونية كروية النواة

(ج) الحلزونية خطية النواة (د) الإهليجية

سؤال

إحدى المجرات الآتية تحوي كمية أكبر من الغازات والأغبرة الكونية:

(أ) S_a (ب) E_7 (ج) SB_c (د) E_0



أدرس الشكل الآتي الذي يبين مخطط الشوكة الرنانة، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

سؤال

(1) أدد رمز المجرة التي تشبه مجرة درب التبانة في شكلها .

(2) أبين رمز أكبر المجرات عمراً.

(3) أرّتب المجرات الآتية من الأحدث إلى الأقدم: E_0 , Irr , S_c , SB_a , E_3 .

الجواب: (1) SB_b (2) E_0 (3) $Irr \leftarrow S_c \leftarrow SB_a \leftarrow E_3 \leftarrow E_0$

تمتاز المجرة E6 عن المجرة E1 بأنها:

سؤال

- (أ) أصغر عُمرًا، وأكثر استتالة
 (ب) أكبر عُمرًا، وأقل استتالة
 (ج) أصغر عُمرًا، وأقل استتالة
 (د) أكبر عُمرًا، وأكثر استتالة

تُسمّى المجرة التي تترتب نجومها في أذرع حلزونية تدور حول نواتها:

سؤال

- (أ) الاهليجية
 (ب) الحلزونية
 (ج) المنتظمة
 (د) غير المنتظمة

يُرمز إلى المجرة غير المنتظمة بالرمز:

سؤال

- (أ) Irr
 (ب) E
 (ج) SB
 (د) S

تتشابه المجرات في:

سؤال

- (أ) شكلها
 (ب) حجمها
 (ج) سطوعها
 (د) مكوناتها

يمثل الجدول الآتي أنواعًا مختلفة من المجرات (1، 2، 3، 4)، أتأمله جيدًا، ثم أجب عن الفقرتين (1، 2):

سؤال

المجرة	نوع المجرة
1	حلزونية كروية النواة ذات أذرع شديدة الانفتاح.
2	حلزونية خطية النواة ذات أذرع متوسطة الانفتاح.
3	حلزونية كروية النواة ذات أذرع قليلة الانفتاح.
4	حلزونية خطية النواة ذات أذرع قليلة الانفتاح.

(1) الرمز الذي يمثل المجرة (1) هو :

- (أ) SBb
 (ب) Sc
 (ج) Sa
 (د) SBa

(2) المجرة ذات الرمز SBb هي المجرة:

- (أ) 1
 (ب) 2
 (ج) 3
 (د) 4



أدرس الشكل الآتي الذي يبيّن مخطط هابل لتصنيف

سؤال

المجرات، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

(1) أبيض الأساس الذي اعتمده إدوين هابل في تقسيم

المجرات الإهليلجية إلى ثماني فئات:

أرتّب المجرات (9، 10، 2) تنازليًا بحسب العمر.

(2) أكتب رقم كل من المجرات الآتية:

(أ) المجرة التي تُظهر أطياها انزياحًا أكثر نحو الأحمر.

ب) المجرة الحلزونية خطية النواة التي تكون أذرعها الأقل انفتاحًا.

ج) المجرة التي تحوي أقل كمية من الغازات بين نجومها.

3) أقرن بين المجرة التي تحمل الرقم (1) والمجرة التي تحمل الرقم (10) من حيث نوعها، وكمية الغازات فيها.

الجواب: (1) 2 ← 9 ← 10

(2) أ) 10 ب) 7 ج) 1

(3)

من حيث	المجرة (1)	المجرة (10)
نوع المجرة	مجرة اهليلجية	مجرة غير منتظمة
كمية الغازات	أقل	أكثر

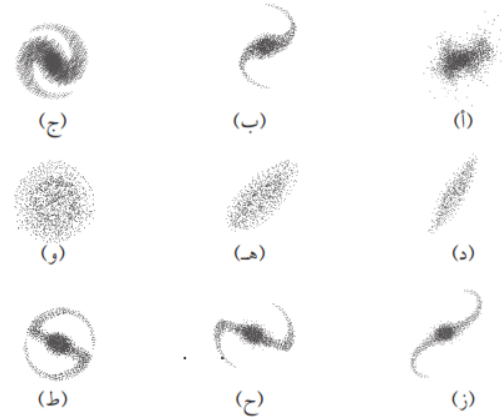
أفسر: تُعدّ المجرات الحلزونية من المجرات مُتوسّطة العمر:

سؤال

لأنها تحوي كميات متوسطة من الغازات والأغبرة بين نجومها مقارنة مع المجرات الإهليلجية، والمجرات غير المنتظمة.

أدرس الأشكال الآتية التي تمثل مجموعة من المجرات المختلفة في أشكالها، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

سؤال



1) أتوقع: هل من الممكن أن يتحول نوع من المجرات إلى نوع آخر؟

2) أتبين رأيي في تصنيف العالم هابل للمجرات في (مخطط الشوكة الرنانة) ثم أصمم مخططا خاص بي للمجرات (أ، ب، ج، د، هـ، و، ز، ح، ط) في الشكل:

الجواب:

1) نعم يتغير شكل المجرات اعتمادا على كمية الغازات بين نجومها وبالتالي تتغير أنواعها.

2) يترك للطلبة وتقبل جميع التصاميم التي ينتجها الطلبة مع تقديم مبررات للتصميم المقترح.



توسع الكون

الدرس
الثاني

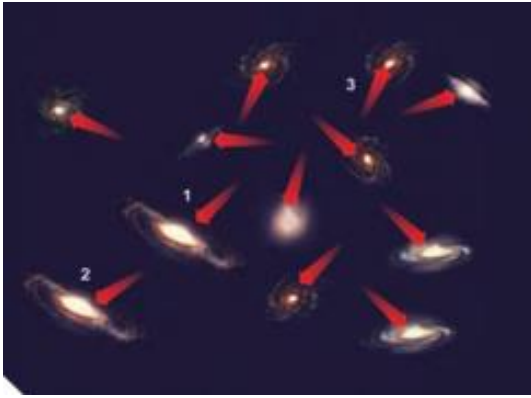
تباعد المجرات

سؤال : ماذا يشمل الكون الفضاء :

يشمل ما يحويه من مادة وطاقة. فهو يتكون من مليارات المجرات، وما فيها من نجوم ، وكواكب، ومذنبات، وكويكبات، وغير ذلك.

ملاحظة:

درس العلماء الكون، وقدموا تفسيراً عن كيفية نشأته، وزمن بدايته ونهايته، ولاحظوا أن المجرة فيه تتحرك بشكل مستقل بوصفها وحدة واحدة، وأن المجرات يبتعد بعضها عن بعض بسرعات مختلفة، أنظر الشكل:



الشكل: تحرك المجرة في الكون بوصفها وحدة واحدة، وابتعاد المجرات بعضها عن بعض.

سؤال : في الشكل السابق أصف كيف تتحرك المجرة التي تحمل الرقم (1) نسبة إلى حركة المجرة التي تحمل الرقم (2) والمجرة التي تحمل الرقم (3). تبدو المجرة (1) أنها تبتعد عن المجرة (3) متجه نحو مجرة (2) التي تتحرك مبتعدة.

سؤال : أرجع إلى الشكل السابق، ثم أصوغ المعلومات التي أستنتجها منه بجمل علمية دقيقة:

- (1) تختلف المجرات في أشكالها، وأحجامها.
- (2) تتحرك المجرة في الكون كوحدة واحدة.
- (3) تتحرك المجرات في الكون مبتعدة عن بعضها بعضاً.

سؤال : تتحرك في الكون بشكل مستقل بوصفها وحدة واحدة:

- (أ) النجوم (ب) المذنبات (ج) المجموعات النجمية (د) المجرات

سؤال : كيف استدل العلماء بدراسة الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية المنبعثة من المجرات على أنها (المجرات) تتحرك مبتعدة عنا: لاحظوا أن أطيافها تنزاح نحو الأحمر.

سؤال

لاحظ العلماء عند دراسة الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية للمجرات أن المجرات:

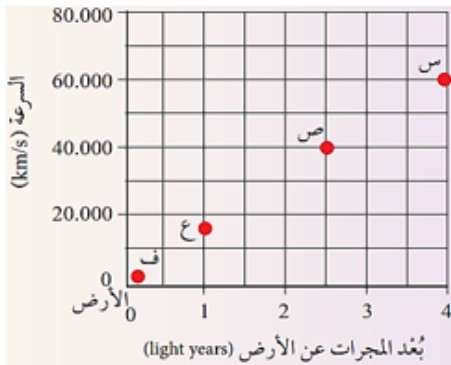
- (أ) تتحرك مقتربة منا
(ب) تتحرك مبتعدة عنا
(ج) ثابتة لا تتحرك
(د) تدور حول مجرة درب التبانة

سؤال

بناءً على دراسة العلماء للأطياف الكهرمغناطيسية المنبعثة من المجرات، استنتج العلماء أن الكون بمرور الزمن:

- (أ) يتقلص
(ب) يتمدد
(ج) يبقى ثابتاً
(د) يتمدد ويتقلص بشكل ثابت

نشاط



تباعد المجرات

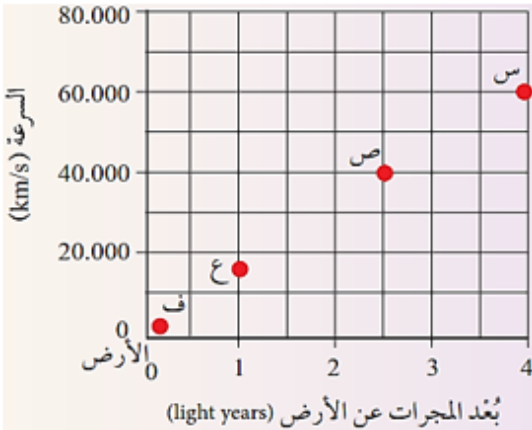
يمثل الشكل الآتي مجموعة من المجرات (س، ص، ع، ف) التي تبعد مسافات مختلفة عن الأرض. أدرس الشكل جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

التحليل والاستنتاج

- أحدد المسافة التي تبعد عنها المجرة (ص) عن الأرض.
الجواب: تبعد المجرة 2.5 ly.
- أبين: أي المجرات تتحرك بسرعة أكبر: (س)، أم (ص)، أم (ع)، أم (ف)؟
الجواب: (س) سرعتها 60.000 Km/s
- أتوقع: عند تحليل الطيف الكهرمغناطيسي الصادر عن المجرة (س) والمجرة (ف)، لوحظ أن الطيف الكهرمغناطيسي للمجرة (س) ينزاح نحو الطول الموجي الأطول. كيف يمكنني تفسير ذلك؟
الجواب: قد يلاحظ الطلبة العلاقة بين بعد المجرتين (س) و(ف) وبين الانزياح نحو الطول الموجي الأطول (الانزياح نحو الأحمر) حيث سيتوصل ان المجرة (س) هي الأبعد لذلك هي الأكثر انزياح نحو الأحمر.
- أستنتج العلاقة بين سرعة المجرات، وبعدها عن الأرض، وانزياحها نحو الأحمر.
الجواب: كلما زاد بعد المجرات عن الأرض زادت سرعتها.

سؤال

يُمثل الشكل الآتي مجموعة من المجرات: (س، ص، ع، ف) التي تبعد مسافات مختلفة عن الأرض. أدرسه، ثم أجب عن الفقرات (1، 2، 3):



(1) لوحظ أنّ الطيف الكهرمغناطيسي المرئي للمجرة (س) ينزاح نحو اللون الأحمر، فذلك يعني أنّها:

أ) تقترب من الأرض

ب) تبتعد عن الأرض

ج) تدور حول الأرض بسرعة ثابتة

د) ثابتة لا تتحرك

(2) ما العلاقة بين سرعة المجرات وبعدها عن الأرض وفقاً للمعلومات الواردة في الشكل؟

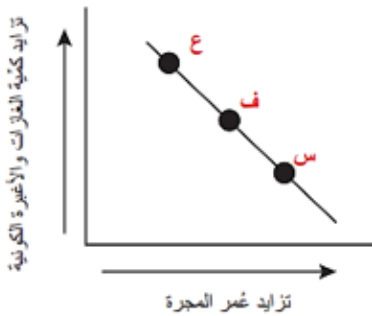
- أ) المجرات الأقرب للأرض تتحرك بسرعة أكبر ب) المجرات الأبعد عن الأرض تتحرك بسرعة أكبر
ج) لا توجد علاقة بين بُعد المجرات عن الأرض د) كل المجرات تتحرك بالسرعة نفسها بصرف النظر عن بُعدها عن الأرض وسرعتها

(3) لوحظ أنّ الطيف الكهرمغناطيسي المرئي للمجرة (س) ينزاح نحو اللون الأحمر، فذلك يعني أنّ الموجات الكهرمغناطيسية التي تصل إلينا منها تكون:

- أ) ذات تردّد منخفض وطول موجي طويل ب) ذات تردّد منخفض وطول موجي قصير
ج) ذات تردّد عالٍ وطول موجي طويل د) ذات تردّد عالٍ وطول موجي قصير

سؤال

أدرس الرسم البياني التالي الذي يوضح العلاقة بين كمية الغازات والأغبرة الكونية في المجرات وعمرها، ثم أجب عن السؤالين الآتيين:



(1) أصف العلاقة بين عُمر المجرة وكمية الغازات والأغبرة فيها.

(2) أبين نوع كل من المجرات الآتية: (س)، (ف)، (ع).

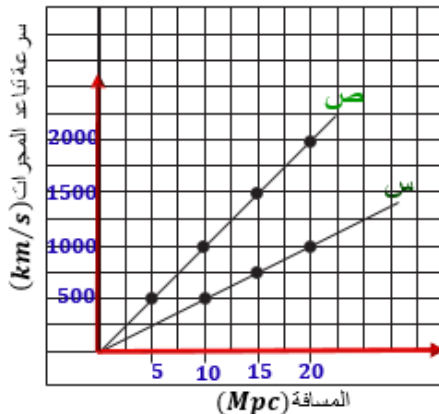
1) كلما زاد عمر المجرات قلت كمية الغازات فيها

2) ع: مجرة غير منتظمة

ف: مجرة حلزونية. س: مجرة إهليلجية

سؤال

يُمثل الشكل المجاور العلاقة بين بعد المجرات، وسرعة تباعدها، أدرسه جيداً ثم أجب عن الأسئلة التي تليه.



(1) أحسب ميل الخط المستقيم للخط البياني (س).

(2) أحسب ميل الخط المستقيم للخط البياني (ص).

(3) أحسب المتوسط الحسابي لميل الخط المستقيم للخطين

البيانيين (س، ص).

- (4) أبين: ماذا يمثل المتوسط الحسابي لميل الخط المستقيم للخطين البيانيين (س، ص).
 (5) أشرح نص القانون الذي يحدد العلاقة بين سرعة تباعد المجرة وبعدها عنا.

الحل:

(1)

$$\text{ميل الخط المستقيم} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{التغير في المسافة}} = \frac{1000 - 500}{20 - 10} = 50 \text{ km/s. Mpc}$$

(2)

$$\text{ميل الخط المستقيم} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{التغير في المسافة}} = \frac{2000 - 1000}{20 - 10} = 100 \text{ km/s. Mpc}$$

(3)

$$\text{المتوسط الحسابي} = \frac{50 + 100}{2} = 75 \text{ km/s. Mpc}$$

- (4) ثابت هابل (بين للطلبة أن ثابت هابل يتراوح من 70-77 km/s Mpc).
 (5) سرعة تباعد المجرات تتناسب تناسبًا طرديًا مع بُعدها عن مجرتنا، كلما زاد بعد المجرات عنا ازدادت سرعتها.

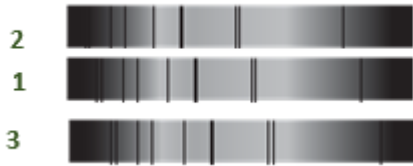
إحدى العبارات الآتية تصف العلاقة بين بُعد المجرات عنا وسرعتها:

سؤال

- (أ) تزداد سرعة المجرة بازدياد بُعدها عنا
 (ب) تقل سرعة المجرات بازدياد بُعدها عنا
 (ج) تبقى سرعة المجرة ثابتة بازدياد بُعدها عنا
 (د) لا توجد علاقة تُمثل سرعة المجرات وبعدها عنا

أزرق

أحمر



أجيب عن الفقرتين: (2 , 1) مستعينًا بالشكل المجاور الذي يمثل ثلاثة أطياف رُصدت لثلاثة أجرام سماوية (1 , 2 , 3):
 (1) إذا كان الجرم السماوي (2) يمثل حالة الثبات، فإنَّ الجرم السماوي (1):

سؤال

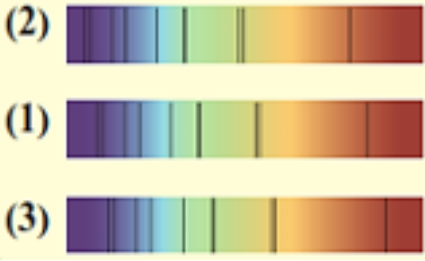
- (أ) يتحرك مُبتعدًا عن الجرم السماوي (2).
 (ب) يتحرك مُقتربًا من الجرم السماوي (2).
 (ج) يبقى ثابتًا ولا يتحرك.
 (د) يتحرك مُقتربًا تارةً ومُبتعدًا تارةً أخرى.

(2) إذا كان الجرم السماوي (3) يمثل حالة الثبات، فإنَّ الجرم السماوي (2):

- (أ) س يتحرك مُبتعدًا عن الجرم السماوي (3).
 (ب) يتحرك مُقتربًا من الجرم السماوي (3).
 (ج) يبقى ثابتًا ولا يتحرك.
 (د) يتحرك مُقتربًا من الجرم السماوي (3) تارةً ومُبتعدًا عنه تارةً أخرى.

سؤال

أفكر: أتأمل الشكل التالي الذي يمثل ثلاثة أطياف رصدت لثلاثة أجرام سماوية (1، 2، 3) ويلاحظ في كل طيف وجود خطوط معتمة تظهر عند أطوال موجية معينة تسمى طيف الامتصاص، وتنتج من امتصاص الغازات في الفضاء الخارجي للضوء الصادر من الجرم السماوي المتجه نحو الأرض. إذا علمت أن الجرم (1) يمثّل حالة الثبات، فأَي الأجرام يقترب وأيها تتحرك مبتعدة عنه؟ أبين سبب ذلك .



الجواب:

الجرم السماوي (2) يتحرك مقترباً من الجرم (1) لأن الأطياف تنزاح نحو الأزرق.
الجرم السماوي (3) يتحرك مبتعداً عن الجرم السماوي (1) لأن الأطياف تنزاح نحو الأحمر.

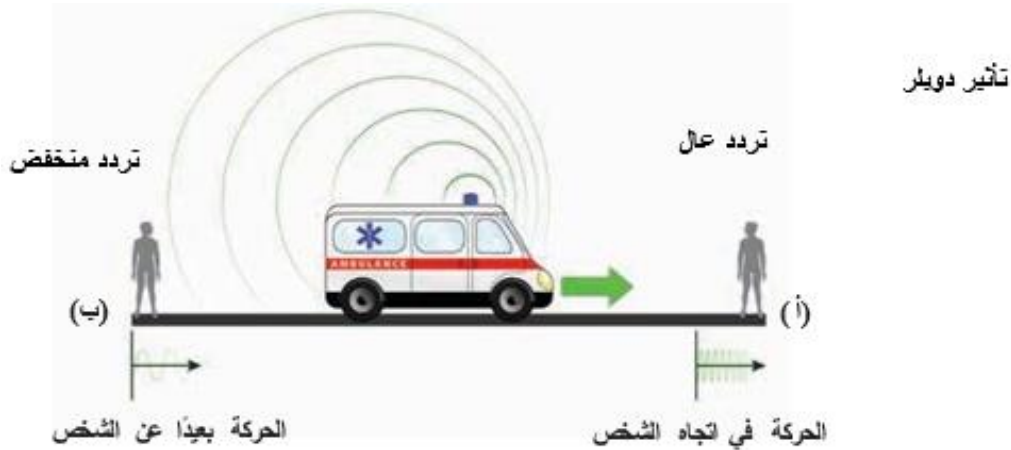
الربط بالفيزياء

سؤال

أتحقق: أوضّح المقصود بتأثير دوبلر:

ظاهرة سميت باسم العالم دوبلر، وفيها يظهر تغير تردد الصوت لجسم متحرك وطوله الموجي اعتماداً على اتجاه حركته بالابتعاد عنا، أو بالاقتراب منا.

اعتماداً على الشكل ، أصوصّغ المعلومات التي أستنتجها منه بجمل علمية دقيقة.

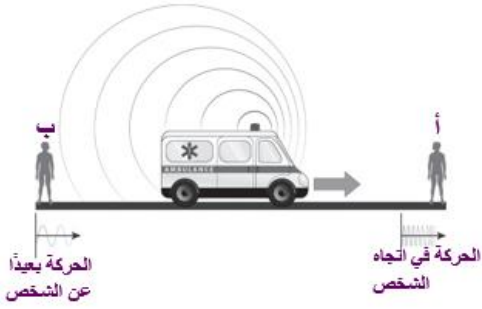


يلاحظ من الشكل:

- أنه عند اقتراب سيارة الإسعاف من الشخص عند النقطة (أ) يزداد تردد الصوت الصادر منها، ويقل طوله الموجي.
- في الجهة المقابلة، فإن الصوت الصادر عن سيارة الإسعاف يبتعد عن الشخص عند النقطة (ب)، فيقل تردده، ويزداد طوله الموجي، في ما يعرف بتأثير دوبلر

سؤال

الشكل الآتي يمثل تأثير دوبلر، تتحرك سيارة الإسعاف باتجاه الشخص (أ). واحدة من العبارات الآتية تُعبّر عن التغيّر في التردّد والطول الموجي للموجات الصوتية الصادرة منها نسبةً إلى الشخص (ب):



- (أ) يزداد التردّد ويقلّ الطول الموجي.
 (ب) يقلّ التردّد ويزداد الطول الموجي.
 (ج) يزداد كل من التردّد والطول الموجي.
 (د) يقلّ كل من التردّد والطول الموجي.

سؤال

الشكل الآتي يمثل تأثير دوبلر، سيارة الإسعاف واقفة وتصدر صوتاً وتتحرك السيارة باتجاه اليمين واحدة من العبارات الآتية تُعبّر عن التغيّر في التردّد والطول الموجي للموجات الصوتية الصادرة منها نسبةً إلى سائق السيارة:



- (أ) يزداد التردّد ويقلّ الطول الموجي.
 (ب) يقلّ التردّد ويزداد الطول الموجي.
 (ج) يزداد كل من التردّد والطول الموجي.
 (د) يقلّ كل من التردّد والطول الموجي.

سؤال

الشكل الآتي يمثل تأثير دوبلر، سيارة الإسعاف واقفة وتصدر صوتاً وتتحرك السيارة باتجاه اليمين واحدة من العبارات الآتية تُعبّر عن التغيّر في التردّد والطول الموجي للموجات الصوتية الصادرة منها نسبةً إلى سائق السيارة :

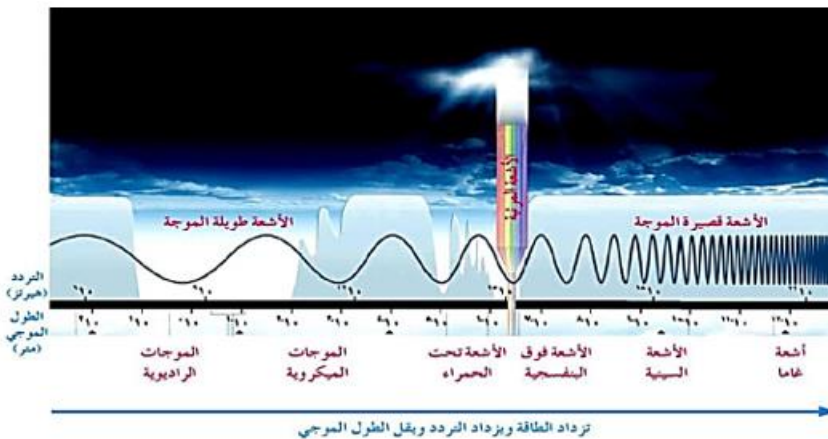


- (أ) يزداد التردّد ويقلّ الطول الموجي.
 (ب) يقلّ التردّد ويزداد الطول الموجي.
 (ج) يزداد كل من التردّد والطول الموجي.
 (د) يقلّ كل من التردّد والطول الموجي.

سؤال

ماذا استفاد العلماء من تأثير دوبلر

اعتمد العلماء تأثير دوبلر في دراسة موجات الضوء (الطيف الكهرمغناطيسي المرئي) الصادرة عن الأجسام المختلفة، ولاحظوا أنه:



1) إذا كان مصدر الضوء يتجه بعيدا عنا، فإن الموجات التي تصلنا منه في (1 s) تكون قليلة العدد؛ أي ذات تردد منخفض وطول موجي طويل. ومن المعروف أن ألوان الطيف المرئي تتراوح بين اللون الأزرق واللون الأحمر، ويمثل اللون الأحمر الموجات ذات الطول الموجي الطويل (تردد منخفض)، في حين يمثل اللون الأزرق الموجات ذات الطول الموجي القصير (تردد عال). ولما كانت الموجات المرئية (مصدر الضوء) تبتعد عنا بفعل تأثير دوبلر، وتميل إلى الطول الموجي الطويل، فإنها تميل إلى الأحمر.

2) وفي المقابل، كلما اقتربت منا الموجات المرئية (مصدر الضوء)، زاد عدد الموجات التي تصلنا منها؛ أي إن ترددها يزداد، وطولها الموجي يقل؛ ما يعني أن الموجات المرئية القصيرة تميل إلى الأزرق. لذلك عندما تبتعد عنا المجرات، فإن تردد موجات الطيف الكهرمغناطيسي المرئي الذي سترصده الأجهزة المختلفة سيكون أقل، وسيكون طوله الموجي أكبر؛ أي إنه ينزاح نحو الأحمر، فنقول إن المجرات التي تبتعد عنا تنزاح أطياها نحو الأحمر.

سؤال لماذا تنزاح أطياها المجرات نحو الأحمر ولا تنزاح أطياها نحو الأزرق:

حسب مبدأ دوبلر إذا كان مصدر الضوء (المجرة) يتجه بعيدا عنا، فإن الموجات التي تصلنا منه في (1 s) تكون قليلة العدد؛ أي ذات تردد منخفض وطول موجي طويل (طيف أحمر)

سؤال يمثل اللون الأزرق الموجات:

- (ب) ذات تردد منخفض وطول موجي طويل
(د) ذات تردد منخفض وطول موجي قصير

- (أ) ذات تردد عالٍ وطول موجي طويل
(ج) ذات تردد عالٍ وطول موجي قصير

سؤال ألوان الطيف المرئي تتراوح بين:

- (ب) اللون الأزرق واللون الأصفر
(د) اللون الأزرق واللون الأحمر

- (أ) اللون الأخضر واللون الأصفر
(ج) اللون الأخضر واللون الأحمر

سؤال أقوم العبارة الآتية: (تظهر الأطياها الصادرة من المجرات انزياحا نحو طول الموجة القصير):

العبارة خاطئة: لأنه تظهر الأطياها الصادرة من المجرات انزياحا نحو طول الموجة الأطول (الأحمر)

سؤال استدل العلماء على تباعد المجرات وتوسع الكون بظاهرة:

- (ب) الانزياح للون الأحمر
(د) الانزياح للون البنفسجي

- (أ) الانزياح للون الأزرق
(ج) الانزياح للون الأصفر

سؤال بناءً على دراسة العلماء للأطياها الكهرمغناطيسية المنبعثة من المجرات، استنتج العلماء أن الكون بمرور الزمن:

- (ب) يتمدد
(د) يتمدد ويتقلص بشكل ثابت

- (أ) يتقلص
(ج) يبقى ثابتاً

سرعة المجرات

كيف توصل العالم إدوين هابل الى قانونه:

سؤال

درس العالم إدوين هابل الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية المنبعثة من بعض المجرات التي تبعد عن الأرض مسافات مختلفة، وقد تبين له أن المجرات تتحرك مبتعدة عنا، وأن بعضها يبتعد عن بعض وفقاً لتأثير دوبلر، وتوصل إلى علاقة تربط بين بعد المجرة عنا وسرعتها.

كيف استدل العلماء على أن المجرات تبتعد عن الأرض:

سؤال

بعد دراسة العلماء الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية المنبعثة من بعض المجرات التي تبعد عن الأرض مسافات مختلفة وجد أن الأطياف تنزاح للون الأحمر، ووفقاً لتأثير دوبلر لابد أن المجرات تتحرك مبتعدة عنا.

ما هو نص قانون هابل:

سؤال

(الذي ينص على أن سرعة تباعد المجرات تتناسب تناسباً طردياً مع بعدها عن مجرتنا؛ أي إنه كلما كانت المجرة أبعد، زادت سرعة ابتعادها عنا) وتكتب هذه العلاقة رياضياً وفق القانون الآتي:

$$v = H_0 \times d$$

حيث: v : سرعة تباعد المجرة بوحدة (km/s).

H_0 : ثابت هابل الذي يقدر متوسط قيمته بنحو (70 km/s/Mpc).

d : بعد المجرة عنا بوحدة مليون فرسخ فلكي* (Mpc).

عرف الفرسخ الفلكي Parsec :

سؤال

وحدة قياس المسافات الكبيرة بين النجوم والمجرات، وهو يساوي

$$3.1 \times 10^{13} \text{ km} = 3.26 \text{ years light}$$

مجرة تبعد عن الشمس مسافة (99 × 10⁶ light years)، أحسب سرعة تباعدها، علماً بأن ثابت

مثال

هابل يقدر بنحو (70 km/s/Mpc)، ومُفترِّحاً أن الفرسخ الفلكي هو (3.3) light years:

الحل: أولاً: أحول المسافة من وحدة السنة الضوئية (light years) إلى وحدة الفرسخ الفلكي (pc).

$$1 \text{ pc} = 3.3 \text{ light years}$$

$$d \rightarrow 99 \times 10^6 \text{ light years}$$

$$d \times 3.3 = 99 \times 10^6 \times 1 \rightarrow d = 30 \times 10^6 \text{ pc}$$

ثانياً: أحول المسافة من وحدة الفرسخ الفلكي (pc) إلى وحدة مليون فرسخ فلكي (Mpc) بالقسمة على 10⁶.

$$Mpc = 10^6 \text{ pc} \rightarrow \text{pc} = \frac{Mpc}{10^6}$$

$$d = 30 \times 10^6 \text{ pc} = 30 \times 10^6 \frac{Mpc}{10^6} = 30 \text{ Mpc}$$

ثالثاً: أعوض في القانون الآتي: $v = H_0 \times d$

$$v = (70 \text{ km/s/Mpc}) \times 30 \text{ Mpc} = 2100 \text{ km/s}$$

إذا كانت سرعة تباعد إحدى المجرات هي 15400 km/s ، فأحسب بعدها عنا بالفرسخ الفلكي، علماً بأن ثابت هابل هو (70 km/s/Mpc) .

مثال

$$v = H_0 \times d$$

$$15400 = 70d \rightarrow d = 220 \text{ Mpc}$$

الحل:

يمثل الجدول الآتي المجرات (1، 2، 3، 4)، حيث يشير طول السهم إلى شدة انزياح أطياها نحو الأحمر، وعليه، فإن رقم المجرة التي تحوي أقل كمية من الغازات هو:

سؤال

لون الطيف	رقم المجرة
أحمر	1
أصفر	2
أزرق	3
	4

4 (د)

3 (ج)

2 (ب)

1 (أ)

يمثل الجدول الآتي المجرات (1، 2، 3، 4)، حيث يشير طول السهم إلى شدة انزياح أطياها نحو الأحمر، وعليه، فإن رقم المجرة التي تحوي أكبر كمية من الغازات هو:

سؤال

لون الطيف	رقم المجرة
أحمر	1
أصفر	2
أزرق	3
	4

4 (د)

3 (ج)

2 (ب)

1 (أ)

ملاحظة:

انزياح أكبر نحو اللون الأحمر ← مجرة أبعد ← مجرة أقدم ← مجرة أسرع ← كمية الغاز أكبر ← غالباً مجرة غير منتظمة (كانت في الماضي شابة) لأننا نرى ماضيها

ملاحظة:

انزياح أقل نحو اللون الأحمر ← مجرة أقرب ← مجرة أحدث ← مجرة أبطأ ← كمية الغاز أقل ← غالباً مجرة اهليجية (كانت في الماضي عجوز) لأننا نرى ماضيها

سؤال

أدرس الجدول الآتي الذي يمثل مجموعة المجرات (1، 2، 3، 4)، وشدة انزياح أطيفها نحو الأحمر، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه، علماً بأن طول السهم يشير إلى شدة الانزياح نحو الأحمر:

لون الطيف	رقم المجرة
أحمر	1
أصفر	2
أزرق	3
أزرق	4

- أحدد الرقم الذي يمثل أبعد مجرة.
- أرتب المجرات (1، 2، 3، 4) في الجدول تصاعدياً بحسب سرعة تباعدها عنا.
- أحسب بعد المجرة التي يمثلها الرقم (3) عنا، علماً بأن سرعة تباعدها هي 46200 km/s ، وثابت هابل هو (70 km/s/Mpc) .

الحل:

(1) المجرة 2

(2) $2 \leftarrow 3 \leftarrow 1 \leftarrow 4$ (3) سرعة التباعد 46200 km/s - ثابت هابل = (70 km/s.Mpc)

$$v = H_0 \times d$$

$$15400 = 70d \rightarrow d = 660 \text{ Mpc}$$

أحسب سرعة تباعد مجرة عن الأرض، علماً بأنها تبعد مسافة 10^8 pc عنها، وثابت هابل هو 70 km/s/Mpc

مثال

الحل:

$$v = H_0 \times d$$

$$v = 70 \times \left(\frac{10^8}{10^6} \right) = 7000 \text{ km/s}$$

ما سرعة تباعد مجرة تبعد عنا مسافة $(33 \times 10^6 \text{ light years})$ ، علماً أن ثابت هابل = (70 km/s/Mpc) ، مُفْتَرِضاً أن الفرسخ الفلكي = $(3.3 \text{ light years})$:

سؤال

(أ) 700 km/s (ب) 2310 km/s (ج) 231 km/s (د) $2310 \times 10^6 \text{ km/s}$

إذا كانت سرعة تباعد إحدى المجرات هي 1500 km/s وثابت هابل هو 75 km/s/Mpc فإن بُعد هذه المجرة عنا بوحدة الفرسخ الفلكي هو:

سؤال

(أ) 4×10^6 (ب) 2×10^{12} (ج) 2×10^7 (د) 4×10^8

توسع الكون

كيف استدل العلماء على أن الكون يتوسع.

سؤال

بحركة المجرات وتباعد بعضها عن بعض

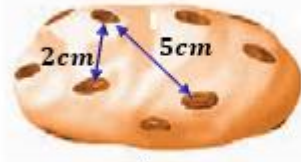
سؤال

قوم العبارة: (أن الأرض هي مركز الكون، وأن الكون يبتعد عنا)

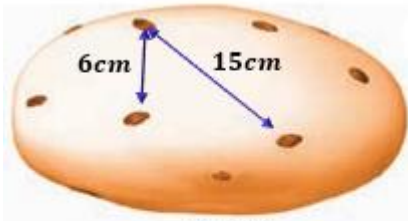
هذا ليس صحيحا؛ فلو وقف راصد في مكان آخر من الكون، أو في مجرة أخرى، فإنه سيلاحظ الشيء نفسه، وإن الكون يبتعد عنه.

سؤال

نمذجة توسع الكون باستخدام عجينة تمثل الفضاء، وحببات من الزبيب متناثرة عليها تمثل المجرات أقران بين المجرات في الشكل (أ) والمجرات في الشكل (ب) من حيث تغير المسافة بينها، واتجاه الحركة:



الشكل (أ)



الشكل (ب)

أنظر الشكل (أ) إن ما يحدث لحببات الزبيب عند فبز العجينة يشبه تماما توسع الكون؛ فحببات الزبيب يتباعد بعضها عن بعض من دون أن تتحرك فعليا، وإن تمدد العجينة وزيادة حجمها عند فبزها هو سبب تباعدها، أنظر الشكل (ب)؛ إذ تتباعد جميع الحبات بعضها عن بعض، وكذلك المجرات في الكون، يبتعد بعضها عن بعض بوصفها جميعا وحدة واحدة؛ لأن مادة الكون (الفضاء) تتمدد؛ ما يعني أن المجرات كانت أقرب إلى بعضها يوما ما، وهذا قاد العلماء إلى تفسير نشأة الكون بنظريات عدة سأتعرفها لاحقا.

سؤال

أناقش: كيف توصل العلماء إلى كيفية نشأة الكون بدراسة سرعة تباعد المجرات عنّا؟

مادة الكون (الفضاء) تتمدد، وهذا يعني أن المجرات كانت بعضها يوما أقرب لبعضها، وهذا قاد العلماء لتفسير نشأة الكون بعدة فرضيات مثل نظرية الانفجار الأعظم التي تنص على أن الكون كان عبارة عن ذرة بدائية غير مستقرة ذات كثافة لا نهائية انفجرت انفجارا عظيما.

سؤال

أتحقق: أصف كيف تتحرك المجرات في الكون:

تتحرك المجرات مبتعدة عنّا، ومبتعدا بعضها عن بعض وفقا لتأثير دوبلر، وكلما زاد بعد المجرات عنّا ازدادت سرعتها.

سؤال

قام العالم هابل بدراسة أطيف عدد من المجرات، ولاحظ أنها تتحرك مبتعدة عنّا، وتزداد سرعتها كلما زاد بعدها عنّا، هل تتغير سرعة الموجات المنبعثة عن المجرات التي ترصدها التلسكوبات المختلفة؟

لا تتغير سرعة الموجات الكهرمغناطيسية المنبعثة عن المجرات؛ فعند زيادة تردد الموجة يقل طولها الموجي.

سؤال

كيف تقاس سرعة الموجات الكهرمغناطيسية:

وفق العلاقة:

سرعة الموجة = التردد × الطول الموجي.

الدرس الثالث تسارع توسع الكون

سؤال اذكر دليلًا على تباعد المجرات عنّا وعن بعضها بعضًا، ويُعدّ دليلًا على توسّع الكون: انزياح أطيااف المجرّات نحو الأحمر .

سؤال وضح المقصود بالنجم فوق المستعر:

نجم شديد السطوع يُطلق طاقةً تُعادل الطاقة التي تُصدرها الشمس خلال مدّة حياتها، يتكون نتيجة انفجار نجم انفجارًا عظيمًا في مرحلة موته.

سؤال لماذا افترض العلماء أن سرعة توسّع الكون ستقلّ مع الزمن وما الذي غير رأيهم :

بسبب قُوى التجاذب الكبيرة بين مكوّناته المادية من مجرّات ونجوم وسُدُم وغيرها، إلا أن البيانات والمشاهدات التي جُمعت بواسطة مقراب هابل الفضائي عند رصده النجوم فوق المستعرة Supernova، أنظر الشكل، أشارت إلى أن الكون يتوسّع في الوقت الحالي بوتيرة أسرع ممّا كان عليه قبل مليارات السنين.

سؤال الشكل يمثل نجم فوق مستعر، أتوقع مقدار الطاقة الصادرة عن النجم فوق المستعر: طاقة كبيرة جدا.



سؤال أصف سرعة توسّع الكون في حال رُصدت النجوم فوق المستعرة الموجودة في المجرّات القريبة بدلًا من رصدها في المجرّات البعيدة. ستتباطأ سرعة توسع الكون.

سؤال توصل علماء الفلك عن طريق دراستهم النجوم فوق المستعرة إلى أنّ الكون:

- (أ) يتوسّع بشكل متسارع
(ب) يتوسّع ببطء
(ج) يبقى ثابتًا من دون تحرك
(د) يتوسّع بنسب متغيرة

الطاقة المظلمة

سؤال كيف تمكّن العلماء من حساب معدل توسّع الكون:

وذلك برصد الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة في عدد من المجرات البعيدة جدًا باستخدام مقراب هابل الفضائي، ما وفرّ لهم بيانات عن شدة انزياح الأطياف الصادرة عنها نحو الأحمر وبعدها عنّا، واستنادًا إلى تلك البيانات تبين بأن الكون يتوسّع متسارعًا بشكل لم يسبق له مثيل.

سؤال ما سبب تسارع توسّع الكون:

عزا العلماء سبب تسارع توسّع الكون إلى الطاقة المظلمة.

سؤال يفسر العلماء أنّ سبب تسارع توسّع الكون هو وجود:

(أ) المادة المألوفة (ب) المادة العادية (ج) المادة المظلمة (د) الطاقة المظلمة

سؤال أوضّح المقصود بالطاقة المظلمة:

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

سؤال ما نسبة الطاقة المظلمة من مكونات الكون:

تشكّل هذه الطاقة (68.3%) تقريبًا من مكونات الكون.

سؤال أيّ العبارات الآتية تصف الطاقة المظلمة؟

- (أ) استدلّ عليها من زيادة قوى التجاذب بين المجرات.
 (ب) مسؤولة عن التمدد السريع للكون.
 (ج) تتكون من جسيمات معروفة مثل البروتونات والنيوترونات.
 (د) تشكّل جزءًا محدودًا من مكونات الكون.

سؤال ما نسبة المادة العادية المألوفة (المادة التي تتكوّن من غازي الهيدروجين والهيليوم وباقي العناصر المعروفة) من مكونات الكون:

تشكّل ما نسبته (4.9%) من مكونات الكون.

سؤال ما نسبة المادة المظلمة من مكونات الكون:

تشكّل ما نسبته (26.8%) من مكونات الكون.

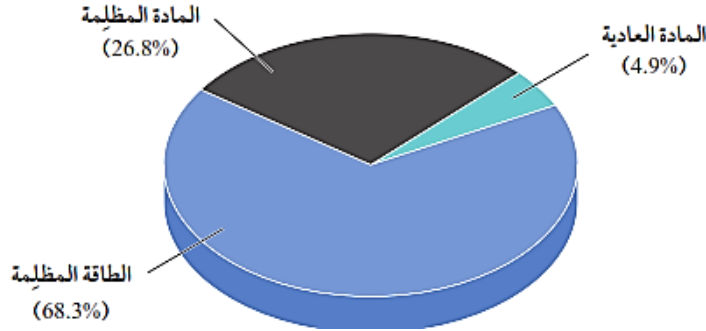
سؤال وضح المقصود بالمادة المظلمة:

وهي مادة غير مألوفة "لا نعرف طبيعتها" تشكّل ما نسبته (26.8%) من مكونات الكون، ويمكن الاستدلال على وجود المادة المظلمة وتعرّف خصائصها عن طريق تأثير الجاذبية في المادة العادية.

سؤال مادة غير مألوفة لا نعرف طبيعتها وتشكّل ما نسبته (26.8%) من كتلة الكون:

- (أ) إشعاع الخلفية الكونية
(ب) المادة العادية
(ج) الطاقة المظلمة
(د) المادة المظلمة

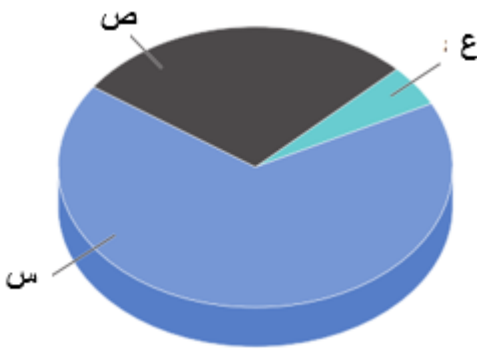
سؤال وضح تمثيل بياني (قطاع دائري) يوضّح مكونات الكون من مادة وطاقة ونسبها المئوية:



النسب التي تمثل الطاقة والمادة المكوّنة 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.

سؤال يوضّح المخطط البياني المجاور نسب مكونات الكون من مادة وطاقة، وعليه، يشير الرمز (س) إلى:



- (أ) المادة العادية
(ب) المادة المظلمة
(ج) الطاقة المظلمة
(د) المادة المألوفة

سؤال فسر: يُعزى توسّع الكون السريع للطاقة المظلمة:

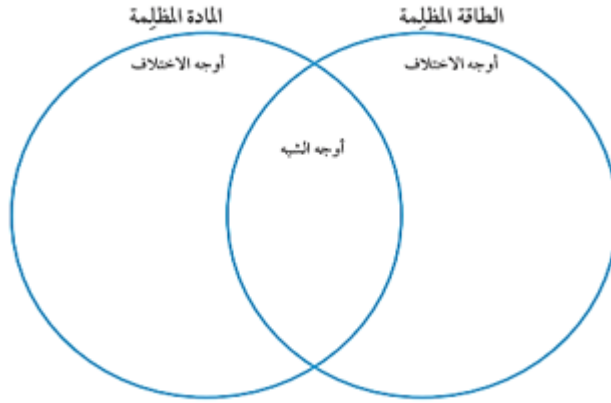
لأن الطاقة المظلمة تعمل كقوة تعمل على تباعد المجرات، ومن ثم توسع الكون.

سؤال فسر: تسارع توسّع الكون حالياً أكبر من تسارع توسّع الكون في المراحل الأولى من عمر الكون:

تعمل المادة المظلمة بوصفها قوّة جاذبة، تربط مكونات الكون من نجوم ومجرات معاً، في المقابل تعمل الطاقة المظلمة بوصفها قوّة تُباعد 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 توسّع الكون، وبازدياد عمر الكون وتوسّعه قلّ تأثير المادة المظلمة وازداد تأثير الطاقة المظلمة التي تُباعد بين المجرات بسرعة أكبر، ما يفسّر تسارع توسّع الكون.

أقارن بين الطاقة المظلمة والمادة المظلمة باستخدام شكل من الآتي :

سؤال

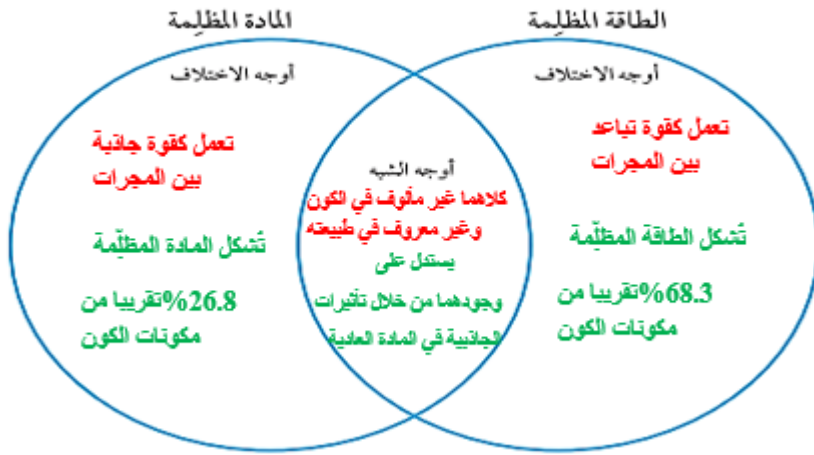


الجواب:

أوجه الاختلاف بين الطاقة المظلمة والمادة المظلمة: تُشكل الطاقة المظلمة 68.3% تقريبا من كتلة وطاقة الكون، وتعمل كقوة تباعد بين المجرات. أما المادة المظلمة فتشكل ما نسبته 26.8% من

مكونات الكون ، وتعمل كقوة جاذبة بين المجرات.

أوجه الشبه: كلاهما غير مألوف في الكون وغير معروف في طبيعته، ويمكن الاستدلال على وجودهما من خلال تأثيرات الجاذبية في المادة العادية.



أتوقع ما سيحدث إذا ازدادت الطاقة المظلمة ازديادًا متسارعًا مع توسّع الكون، وسيطرت في النهاية على المادة المظلمة.

سؤال

سيتوسع الكون بشكل متسارع جدا لم يسبق له مثيل.

تعمل المادة المظلمة في الكون بوصفها قوّة:

سؤال

(ب) تنافر تسبب توسع الكون

(أ) تجاذب تربط المجرات

(د) تنافر تربط المجرات

(ج) تجاذب تسبب توسع الكون

ما الذي توصل إليه العلماء حول سرعة توسّع الكون من تحليل الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة؟

سؤال

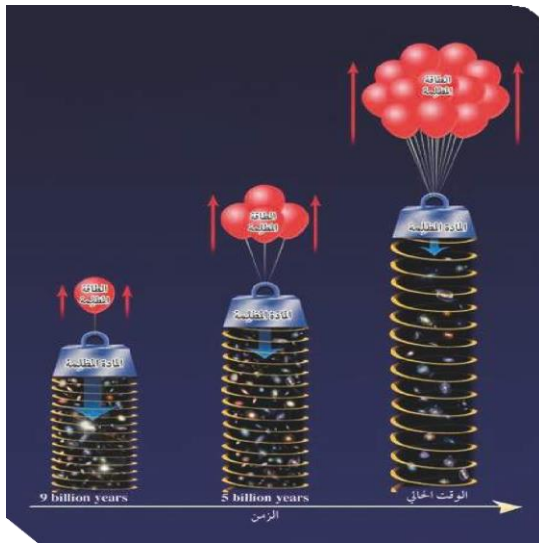
توصل العلماء إلى أن الكون يتوسع متسارعا بشكل لم يسبق له مثيل.

الربط بالتكنولوجيا

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

لم يُكشَف عن طبيعة المادة المظلمة أو الطاقة المظلمة؛ فكيف يُستدلّ على وجودهما؟ من خلال تأثير الجاذبية في المادة العادية، وتوسُّع الكون بشكل متسارع.

سؤال



ما العلاقة بين المادة المظلمة والطاقة المظلمة وضح تأثير كلٍّ من المادة المظلمة والطاقة المظلمة في توسُّع الكون مع الزمن:

سؤال

علاقة عكسية

قلت المادة المظلمة مع الزمن

وزادت الطاقة المظلمة مع الزمن

ما أدى الى تسارع توسُّع الكون .

ما تأثير كلٍّ من المادة المظلمة والطاقة المظلمة في مُكوّنات الكون مع ازدياد عُمر الكون؟

سؤال

- يقلُّ تأثير المادة المظلمة ويزداد تأثير الطاقة المظلمة.
- يزداد تأثير المادة المظلمة ويقلُّ تأثير الطاقة المظلمة.
- يزداد تأثير كلٍّ من المادة المظلمة والطاقة المظلمة.
- يقلُّ تأثير كلٍّ من المادة المظلمة والطاقة المظلمة.

كيف تغيّر تأثير المادة المظلمة في توسُّع الكون بمرور الزمن؟

سؤال

- قلَّ تأثيرها تدريجيًّا مع توسُّع الكون.
- ازداد تأثيرها وأصبحت تُسرِّع توسُّع الكون.
- ازداد وقلَّ تأثيرها بصورة متكررة في مُدَد مختلفة.
- تحوّلت تدريجيًّا إلى طاقة مظلمة أسهمت في تسارع توسُّع الكون.

سؤال

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

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

سؤال

أفسر ازدياد سرعة توسع الكون على الرغم من قوة التجاذب الكبيرة بين مكونات الكون المادية.

بسبب تأثير الطاقة المظلمة التي تباعد بين المجرات.

سؤال

أشارت البيانات والمشاهدات التي جُمعت بمقرب هابل الفضائي من رصده النجوم فوق المستعرة إلى أن الكون:

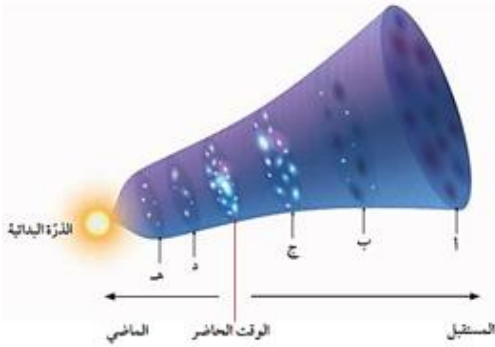
- يتوسع في الوقت الحالي بوتيرة أسرع مما كان عليه قبل مليارات السنين.
- يتوسع في الوقت الحالي بوتيرة أقل سرعة مما كان عليه قبل مليارات السنين.
- يتقلص بتأثير الجاذبية بمرور الوقت.
- يتمدد ويتقلص دورياً.

سؤال

كيف يتعارض اكتشاف الطاقة المظلمة مع ما افترضه العالم أينشتاين بما يتعلق بالثابت الكوني:

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

نشاط

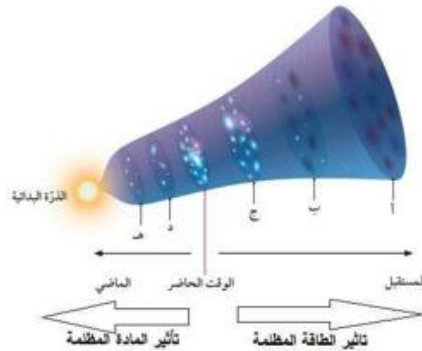


دور المادّة المظلمة والطاقة المظلمة في توسّع الكون
تحتوي أغلب المجرات على مادة مظلمة لا تعكس الضوء أو تمتصه مثلما تفعل المادة العادية، وعلى الرغم من أننا لم نكتشف المادة المظلمة بعد في مختبرات البحوث العلمية، إلا أن وجودها أصبح معروفًا عن طريق تأثيراتها الجاذبية. لتعرّف الفرق بين المادة المظلمة والطاقة المظلمة وأثر كلّ منهما في توسّع الكون، أدرّس الشكل الآتي يوضّح نموذجًا للكون، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه :

التحليل والاستنتاج

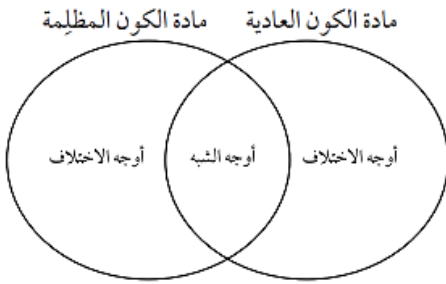


1. أحدّد أيّ النقاط الآتية (أ، ب، ج، د) يكون عندها تأثير الطاقة المظلمة أكبر ما يمكن، وأبرر السبب:
الجواب: النقطة (أ)؛ لأنه يحدث عندها أكبر توسع للكون.
2. أقرن بين النقطة (هـ) والنقطة (ج) من حيث تأثير المادة المظلمة في كلّ منهما.
الجواب: تأثير المادة المظلمة في النقطة (هـ) أكبر منه في النقطة (ج).
3. أرّتب النقاط (أ، ب، ج، د، هـ) تنازليًا حسب تأثير المادة المظلمة في كلّ منها.
الجواب: (هـ - د - ج - ب - أ) .
4. أرسم سهمين يدل كل منهما على الاتجاه الذي يزداد به تأثير كلّ من الطاقة المظلمة والمادة المظلمة.
الجواب: رصد العلماء الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة في عدد من المجرات البعيدة جدا باستخدام مقراب هابل الفضائي، ما وفر لهم بيانات عن شدة انزياح الأطياف الصادرة عنها نحو الأحمر وبعدها عنا، واستنادا 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.



سؤال

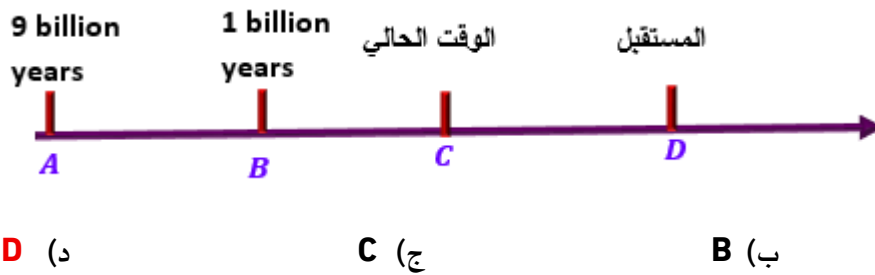
أقارن بين مادة الكون العادية وبين مادة الكون المظلمة باستخدام شكل فن الآتي:



أوجه الاختلاف: مادة الكون المرئية (العادية) تتكون من غازي الهيدروجين والهيليوم وباقي العناصر، وتُشكل 4.9% من كتلة الكون. أما المادة المظلمة فتتكون من مادة غير مألوفة لا نعرف طبيعتها، وتُشكل 26.8% من كتلة الكون. **أوجه الشبه:** كلاهما يُعد جزءاً من كتلة الكون المادية.

سؤال

يمثل الخط الزمني الآتي الوقت منذ 9 billion years حتى الوقت الحالي والمستقبل، الرمز على الخط الذي يمثل أقل تأثير للمادة المظلمة هو:



D (د)

C (ج)

B (ب)

A (أ)

سؤال

أتوقع ماذا يمكن أن يحدث في الحالتين الآتيتين:

- إذا كانت نسبة المادة المظلمة المكوّنة للكون أقل من نسبة المادة العادية.
- إذا كانت درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية الآن تساوي (3000 K).

الجواب:

- سيكون تأثير الطاقة المظلمة أكبر؛ لأن المادة المظلمة تعمل كقوة جاذبة تعمل على ربط مكونات الكون ببعضها، فعندما تقل نسبتها إلى أقل من 4.9% وهي نسبة المادة العادية، فإن تأثير الجذب سيقل ويزداد توسع الكون بشكل أكبر.
- لن يكون إشعاع الخلفية الكونية دليلاً على نظرية الانفجار العظيم؛ لأنه حتى يكون دليلاً يجب أن تكون درجة الحرارة المقيسة حالياً تساوي (2.7 K)، وهي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء.

سؤال

تدعي طالبة ليان بأن تسميات مكوّنات الكون، وهي: الطاقة المظلمة، والمادة المظلمة، والمادة العادية، لها تفسيرات تتعلّق بدورها في توسّع الكون. أقوم صحة ادعاء ليان.

الجواب: نعم ادعاء ليان صحيح؛ لأن المادة المظلمة مادة غير مألوفة، وكذلك الطاقة المظلمة فإنها طاقة غير مألوفة، ولا نعرف طبيعة كل منهما، ويظهر تأثيرهما من خلال تأثير الجاذبية في المادة العادية التي تتكون من الهيدروجين والهيليوم.

عمر الكون

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

$$T = \frac{1}{H_0}$$

حيث T هو عمر الكون التقريبي، و H_0 هو ثابت هابل وتتراوح قيمته بين (68-80 km/s/Mpc)، وقد قدّر العلماء متوسط قيمته بنحو (70 km/s/Mpc) ويُحسب عمر الكون بالسنوات وأجزائها، مع العلم أن: السنة = $(3.1 \times 10^7 \text{ s})$ ، والفرسخ الفلكي = $(3.1 \times 10^{13} \text{ km})$ ويساوي أيضًا (3.26 lights years)، ويُشار 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.

سؤال: وفق نموذج الانفجار العظيم، فإنّ عمر الكون يقدر ب (billion years):

- (أ) (2.7) (ب) (9) (ج) (13.7) (د) (15)

سؤال: كلما زادت قيمة ثابت هابل، فإنّ عمر الكون:

- (أ) يزداد (ب) يقلّ (ج) يبقى ثابتًا (د) يتغير بين زيادة ونقصان

سؤال: كم يبلغ متوسط قيمة ثابت هابل بحسب تقديرات العلماء؟

- (أ) 50 km/s/Mpc (ب) 60 km/s/Mpc (ج) 70 km/s/Mpc (د) 90 km/s/Mpc

سؤال: أتحقق: أوّضح كيف تمكّن العلماء من حساب عمر الكون.

بحساب مقلوب ثابت هابل حسب العلاقة الرياضية: $T = \frac{1}{H_0}$

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

الحل:

أكتب قانون عمر الكون، وأبيّن وحدات ثابت هابل: $T = \frac{1}{H_0}$

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):

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

$$H_0 = \frac{70 \text{ km}}{\text{s.Mpc}} = \frac{70 \text{ km}}{\frac{1}{3.1 \times 10^7} \text{ year} \cdot 3.1 \times 10^{19} \text{ km}} = \frac{70 \times 3.1 \times 10^7}{3.1 \times 10^{19}}$$

أعوّض في القانون:

$$T = \frac{1}{H_0} = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{70 \times 3.1 \times 10^7} = 14.285 \times 10^9 \text{ years}$$

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

مثال

الحل:

$$T = \frac{1}{H_0} \text{ أكتب قانون عمر الكون، وأبيّن وحدات ثابت هابل: } T = \frac{1}{H_0}$$

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):

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

$$H_0 = \frac{77 \text{ km}}{\text{s.Mpc}} = \frac{77 \text{ km}}{\frac{1}{3.1 \times 10^7} \text{ year} \cdot 3.1 \times 10^{19} \text{ km}} = \frac{77 \times 3.1 \times 10^7}{3.1 \times 10^{19}}$$

أعوّض في القانون:

$$T = \frac{1}{H_0} = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{77 \times 3.1 \times 10^7} = 12.987 \times 10^9 \text{ years}$$

ألاحظ من الأمثلة السابقة أنه كلما زادت قيمة ثابت هابل قلّ عمر الكون.

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

تمرين

$$T = \frac{1}{H_0} \text{ الحل:}$$

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):

$$13.5 \times 10^9 = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{H_0 \times 3.1 \times 10^7} \text{ أعوّض في القانون:}$$

$$H_0 = 74 \text{ km/s Mpc}$$

مثال

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

$$T = \frac{1}{H_0} \quad \text{الحل:}$$

أحوّل وحدة (Mpc) إلى (km):

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

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

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

أعوّض في القانون:

$$T = \frac{1 \times 3.1 \times 10^{19}}{80 \times 3.1 \times 10^7} = 12.5 \times 10^9 years$$

مثال

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

$$T = \frac{1}{H_0} \quad \text{الحل:}$$

أحوّل وحدة (Mpc) إلى (km):

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

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

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

أعوّض في القانون:

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

$$H_0 = 80 km/s Mpc$$

سؤال

إذا كان ثابت هابل يساوي 73 km/s/Mpc فإنّ عُمر الكون بالسنوات هو:

(أ) 13.698×10^9 (ب) 13.698×10^8 (ج) 136.98×10^9 (د) 1.3698×10^8

سؤال

إذا كان عُمر الكون 13 billion years فإنّ ثابت هابل يساوي:

(أ) 7.69 (ب) 769 (ج) 76.9 (د) 75

الربط بالفلك

سؤال

اذكر طرائق أخرى تُستخدم في حساب عمر الكون:

مثل استخدام إشعاع الخلفية الكونية، إذ يفترض علماء الفلك أن هذا الإشعاع ناتج من نشأة الكون، ومن ثمّ يُتوقع أنه بوساطة دراسة توزيعه وكثافته ودرجة حرارته وتردّده، وطوله الموجي وغيرها من الخصائص يمكن استنتاج خصائص الكون المبكر، ومن ضمنها تحديد بداية الكون.

الدرس
الرابع

نظريات نشأة الكون



- **وضح المقصود بعلم الكون Cosmology:**
العلم الذي يدرس مكونات الكون ويبحث في نشأة الكون، والفرضيات التي تفسر هذه النشأة.
- **يحتوي الكون الواسع على السُّدُم الغازية والمجرات والنجوم، ويتسارع توسُّع الكون مع الزمن، فكيف نشأ الكون؟**

وما عمره؟ وما الأدلة على تسارُع توسُّعه مع الزمن؟

هناك نظريات عدة تُفسر نشأة الكون أهمها نظرية الكون المستقر ونظرية الانفجار العظيم التي تُعد أكثر النظريات قبولا لدى علماء الفلك. وتمكن العلماء من حساب عمر الكون من خلال قانون هابل، وتم تقدير عمر الكون بحوالي (13.7 billion years) كما أن الكون يتوسع متسارعا عما كان عليه سابقا والدليل على ذلك الطاقة المظلمة التي تُشكل 68.3% من كتلة الكون وطاقته.

نظريات نشأة الكون

1. نظرية الكون المستقر

كيف حُدِّت سرعة المجرات:

سؤال

باستخدام ظاهرة الانزياح نحو الأحمر .

وضع علماء الفلك نظريات عديدة حول أصل الكون وتطوره اذكر اثنتين:

سؤال

(1) نظرية الكون المستقر (2) نظرية الانفجار العظيم.

ما نصّ نظرية الكون المستقر:

سؤال

(الكون أزلي ليس له بداية أو نهاية، وأن الكون يتوسع باستمرار مع احتفاظه بمتوسط كثافة ثابت وخصائص لا تتغير بمرور الوقت).

تنصّ نظرية الكون المستقرّ على أنّ الكون:

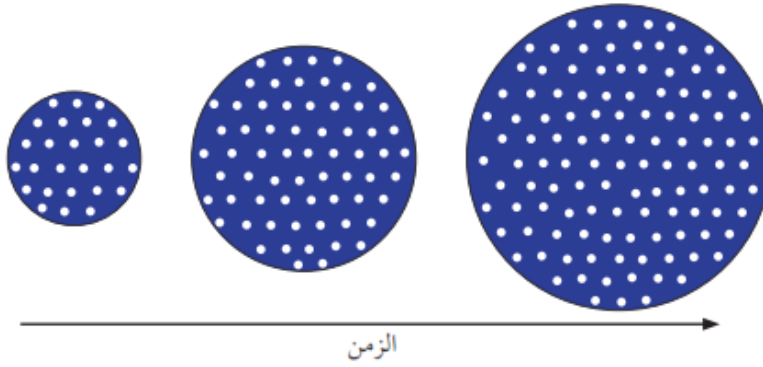
سؤال

- (أ) نشأ من انفجار عظيم، وسيستمرّ في التوسّع إلى الأبد.
 (ب) أزلي ليس له بداية أو نهاية، ويتوسّع مع احتفاظه بمتوسط كثافة ثابت.
 (ج) سيتوقف عن التوسّع وسينهار على نفسه في النهاية.
 (د) يتمدد، ثم ينكمش في دورات متكررة.

ماذا تفترض نظرية الكون المستقر:

سؤال

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 يفترض 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، أنظر الشكل:

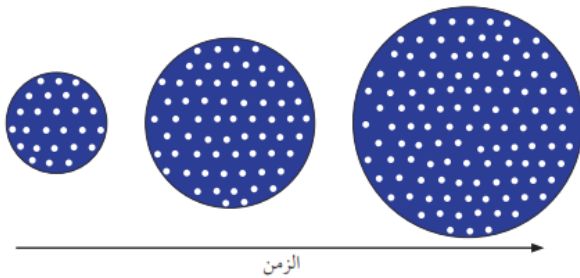


نموذج يمثّل نظرية الكون المستقرّ بحيث تمثل النقاط البيضاء توزّع مادة الكون

يمثّل الشكل نموذجًا لنظرية الكون المستقرّ، وتمثّل النقاط البيضاء توزيع مادة الكون، فأَيّ

سؤال

العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بالنموذج؟



- (أ) حجم الكون ثابت مع الزمن.
 (ب) خصائص الكون متماثلة عبر الزمن.
 (ج) مكونات المجرات البعيدة تختلف عن المجرات القريبة.
 (د) كتلة الكون ثابتة ولا تتغير.

في الشكل السابق أوّضح العلاقة بين حجم الكون وكيفية توزّع مادة الكون مع الزمن:

سؤال

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

تفترض نظرية الكون المستقر بأن الكون:

سؤال

- (أ) ليس له بداية وليس له نهاية
 (ب) ينكمش بنسبة ثابتة
 (ج) يتوسّع بنسبة ثابتة
 (د) لا ينكمش ولا يتوسّع

كثافة الكون بحسب نظرية الكون المستقر:

سؤال

- (أ) تتغيّر مع الزمن
 (ب) تقلّ بنسبة ثابتة
 (ج) تزداد بنسبة ثابتة
 (د) تثبت مع الزمن

تفترض نظرية الكون المستقر أنّ الكون:

سؤال

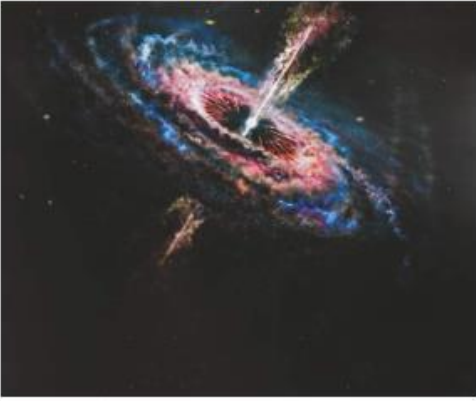
- (أ) يتوسّع وتزداد كتلته وحجمه وتبقى كثافته ثابتة.
 (ب) يتوسّع وتزداد كتلته ويحافظ على حجمه ثابتًا دون تغيّر.
 (ج) يبقى ثابتًا دون توسّع، فيحافظ على كثافة ثابتة وحجم ثابت.
 (د) يبقى ثابتًا دون توسّع، لكن كتلته وكثافته تتغير مع الوقت.

وضح المقصود بالكوازارات:

سؤال

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 المرصود.

الشكل: الكوازارات



إحدى العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالكوازارات ما عدا:

سؤال

- (أ) تعد أنوية مجرات نشطة وتُصدر كميات هائلة من الطاقة.
 (ب) تتميز بلمعانها الشديد.
 (ج) تتموضع على بُعد مسافات شاسعة من مجرة درب التبانة.
 (د) تقلّ أعدادها كلما ابتعدت عنها باتجاه حافة الكون المرصود.

كيف يتعارض اكتشاف الكوازارات ورصدها بعيدًا جدًا باتجاه حافة الكون المرصود وعدم رصدها بالقرب منّا مع نظرية الكون المستقر :

سؤال

نظرية الكون المستقر تفترض تماثل الكون في كل مكان، ويدلّ توزّع الكوازارات في الكون على أن خصائص الكون سابقًا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر.

سؤال

أتحقق: دعم العديد من علماء الفلك نظرية الكون المستقر خلال فترة الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي، أوضح الأسباب التي أدت إلى رفض نظرية الكون المستقر: بسبب ظهور أدلة معارضة مثل اكتشاف الكوازارات، واكتشاف إشعاع الخلفية الكونية.

سؤال

اكتشاف الكوازارات ورصدتها بعيدًا جدًا باتجاه حافة الكون المرصود وعدم رصدها بالقرب منَّا يدل على:

- تمائل الكون في الأمكنة والأزمنة جميعها.
- التغير في خصائص الكون مع مرور الوقت.
- استقرار الكون استقرارًا كاملًا.
- تقلص الكون في الماضي.

سؤال

أستنتج: لماذا وصفت نظرية الكون المستقر بأنه ثابت ومستقر؟

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

سؤال

فسر: ثبات كثافة الكون على الرغم من توسعه وازدياد حجمه وفق نظرية الكون المستقر.

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

الربط بالتكنولوجيا: استخدم علماء الفلك تقنيات عدّة لرصد الكوازارات، منها تصوير مساحات كبيرة من الفضاء عن طريق مرشحات مختلفة الألوان، ثم مقارنة الصور لتحديد موقع الأجسام ذات اللون الأكثر زرقة التي تمثل الكوازارات، واستخدام تقنية تعتمد على مسوح الأشعة السينية من الفضاء. ويعدّ علماء الفلك ارتفاع مستوى انبعاث الأشعة السينية مؤشّرًا على وجود الكوازارات.

سؤال

أشرح كيف يعدّ إشعاع الخلفية الكونية دليلًا معارضًا 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 جدًا، وانخفضت درجة حرارته مع الزمن حتى أصبحت (2.7 K) في الوقت الحالي، وهي مماثلة للقيمة المقاسة حاليًا، وهذا يتعارض مع نظرية الكون المستقر التي تفترض ثبات خصائص الكون وعدم تغيرها منذ نشأته حتى الوقت الحالي.

سؤال

يفترض بعض علماء الفلك أن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية. أستنتج كيف يُثبت اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية بطلان هذه الفرضية.

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

2. نظرية الانفجار العظيم:

ما أكثر النظريات قبولًا لدى العلماء في تفسير نشأة الكون:

سؤال

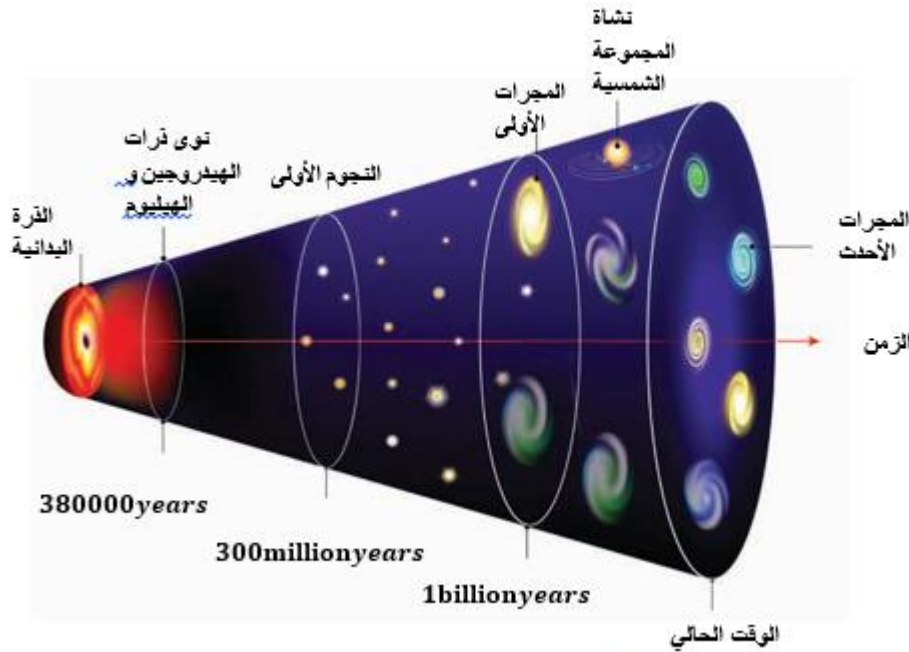
نظرية الانفجار العظيم.

ما نص نظرية الانفجار العظيم:

سؤال

(الكون في بداية نشأته كان موجودًا في حيزٍ صغير يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية وحرارتها العالية جدًا، والتي انفجرت انفجارًا عظيمًا أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها)، **أنظر الشكل .**

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



كانت مادة الكون في بداية نشأته تتكوّن من:

سؤال

(ب) نوى ذرات هيدروجين

(أ) جسيمات بدائية

(د) نجوم أولى

(ج) نوى ذرات الهيليوم

أحد العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بالذرة البدائية في سياق نظرية الانفجار العظيم:

سؤال

(ب) تمتاز بكثافة لانهاية وحرارة عالية جدًا

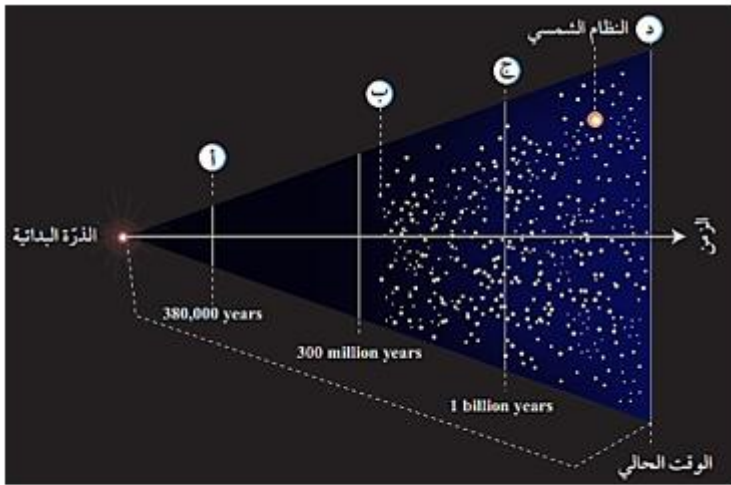
(أ) تمتاز بكثافة عالية وحرارة لا نهائية

(د) تنتشر في جميع أجزاء الكون

(ج) تشكّلت بعد الانفجار العظيم

أدرُس الشكل الآتي يوضِّح نموذجًا للانفجار العظيم، ثم أُلخِّص الأحداث التي تُشير إليها الرموز (أ، ب، ج، د):

سؤال



الشكل: تطوُّر مادة الكون وَفَق نظرية الانفجار العظيم.

الجواب :

(أ) تكون نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم، وإشعاع الخلفية الكونية.

(ب) تكون النجوم الأولية.

(ج) تكون المجرات الأولى.

(د) تكون المجرات الأحدث.

أصف ماذا يحدث لحجم الكون مع الزمن.

سؤال

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

أقارنُ حجم الكون وكتلته بين اللحظة التي تشكّل فيها إشعاع الخلفية الكونية والوقت الحالي.

سؤال

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.

أفكر: أتوقع ماذا سيحدث لدرجة حرارة الكون وكثافته بعد مضي (1 billion years) من الآن، وفقًا لنظرية الانفجار العظيم:

سؤال

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

تجربة: توسع الكون

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

الموادّ والأدوات



- بالون، قلم تخطيط (فلوماستر)، مسطرة أو شريط قياس متري.

إرشادات السلامة

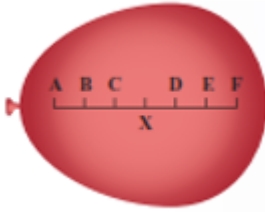


- الحذر من نفخ البالون لأكبر حجم حتى لا يؤدي ذلك إلى انفجاره.

خطوات العمل



1. أنفخُ البالون جزئيًا إلى حجم قبضة يدي تقريبًا من دون أن أغلقه نهائيًا؛ ليتسنى لي تكرار نفخه.
 2. أرسمُ على البالون المنفوخ خطًا بواسطة قلم التخطيط، وأحدّد عليه سبع نقاط (A, B, C, X, D, E, F)، تفصل بين كل نقطة وأخرى مسافة 1 cm، بحيث تمثل كل نقطة مجرّة، وأحرص على أن تكون النقطة (X) نقطةً مركزيةً وسط تلك النقاط تمثل مجرّتنا (مجرّة درب التبانة). أنظر الشكل جانبًا .
 3. أنفخُ البالون مرةً أخرى لأكبر حجم ممكن، ثم أقيس المسافة بين النقطة (X) وبين كل نقطة من النقاط الأخرى. أدوّن ملاحظاتي في الجدول الآتي:
- قد تختلف القيم المقاسة في العمودين الثاني والثالث من الجدول حسب اختلاف حجم قبضة اليد

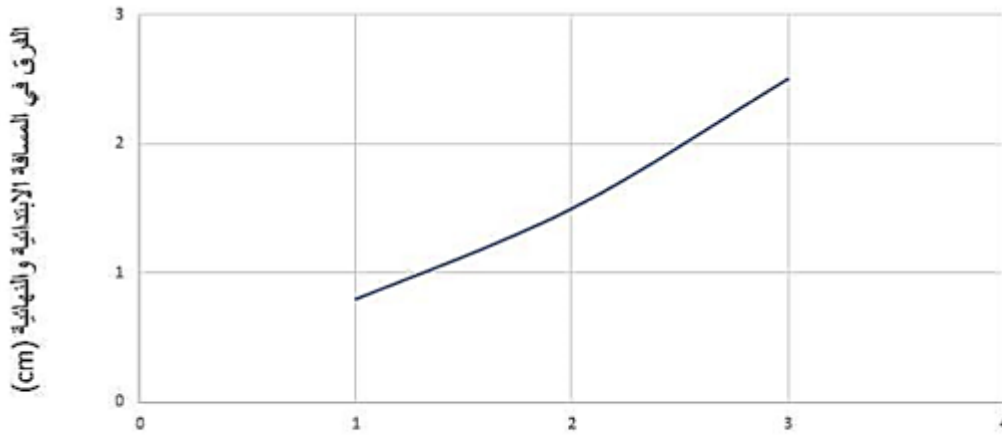


المجرة	المسافة الابتدائية بين المجرة ومجرة درب التبانة (X) (cm)	المسافة النهائية بين المجرة والمجرة ومجرة درب التبانة (X) (cm)	الفرق في المسافة الابتدائية والنهائية للمجرة عن مجرة درب التبانة (cm)
A	3	5.5	2.5
B	2	3.5	1.5
C	1	1.8	0.8
D	1	1.8	0.8
E	2	3.5	1.5
F	3	5.5	2.5

التحليل والاستنتاج



1. أرسم بيانيًا العلاقة بين المسافة الابتدائية للمجرة عن مجرة درب التبانة والفرق في المسافة الابتدائية والنهائية للمجرة عن مجرة درب التبانة.



المسافة الابتدائية بين المجرة ومجرة درب التبانة (cm)

2. أصف الاتجاه الذي تتحرك فيه المجرات جميعها نسبةً إلى مجرة درب التبانة.

الجواب: تتحرك المجرات جميعها مبتعدة عن مجرة درب التبانة.

3. أستنتج العلاقة بين ما توصلتُ إليه في هذه التجربة وكيفية توسع الكون.

الجواب: يتوسع الكون نتيجة تباعد المجرات عنا وعن بعضها البعض بسرعات مختلفة.

ما هي المرحلة التي تُعَدُّ مرحلةً غامضةً لم يفسّرْها أيُّ قانون فيزيائي لغاية الآن:

سؤال

ويفترض العلماء أنه في اللحظات الأولى من الانفجار في زمن مقداره (s 10^{-43}) ارتفعت درجة الحرارة إلى قيم عالية جدًا تصل إلى (K 10^{32})، وتُعدُّ تلك المرحلة مرحلةً غامضةً لم يفسّرْها أيُّ قانون فيزيائي لغاية الآن.

كيف كانت مادة الكون في بداية نشأته:

سؤال

تتكوّن من جسيمات بدائية - غير موجودة الآن - تتفاعل فيما بينها بشكل مستمر، ومع الزمن وباستمرار توسّع الكون وبرودته بدأت العديد من الدقائق بالتكوّن، مثل الفوتونات، والنيوترونات، والإلكترونات، والبروتونات.

تكوّنت مادة الكون بداية نشأته ووفقًا لنظرية الانفجار العظيم من:

سؤال

- (أ) الفوتونات والنيوترونات والإلكترونات
(ب) جسيمات بدائية غير موجودة الآن
(ج) نوى عناصر الهيدروجين والهيليوم
(د) النجوم الأولى

متى تكوّنت الذرّات في الكون:

سؤال

بعد مضيّ (380,000 years) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى (K 3000)، ما سمح بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم، ومع مرور الوقت تكوّنت النجوم، ونتيجة للاندماج النووي داخل النجوم تكوّنت أغلب العناصر المعروفة حاليًا، وخلال ذلك انخفضت درجة حرارة الكون تدريجيًا حتى أصبحت (K 2.7).

يمثّل الجدول الآتي مجموعة من الأحداث التي مرّ بها الكون ووفقًا لنظرية الانفجار العظيم. أدرسه جيدًا، ثم أجب عن السؤال الذي يليه:

سؤال

1	تكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم.
2	مادة الكون مُكوّنة من جسيمات بدائية غير موجودة الآن - تتفاعل فيما بينها باستمرار.
3	انخفاض درجة حرارة الكون إلى حوالي K 3000 وهذا سمح بتكوين الذرات.
4	تكوّن العديد من الدقائق، مثل: الفوتونات، والنيوترونات، والإلكترونات، والبروتونات.
5	انخفاض درجة حرارة الكون تدريجيًا حتى أصبحت (K 2.7).

الترتيب الصحيح لتسلسل الأحداث التي مرّ بها الكون ووفقًا لنظرية الانفجار العظيم هو:

- (أ) 2 → 3 → 4 → 1 → 5
(ب) 2 → 4 → 3 → 1 → 5
(ج) 1 → 4 → 3 → 2 → 5
(د) 5 → 4 → 3 → 1 → 2

أدرس الجدول الآتي يوضّح بعض مراحل تكوُّن الكون وتطوّره في بداية نشأته، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

عمر الكون	درجة الحرارة (K)	مراحل تكوُّن الكون
10^{-43} s	10^{+32}	المرحلة الأولى
3 s	5×10^9	المرحلة الثانية
380,000 years	3×10^3	المرحلة الثالثة

- 1) أستنتج العلاقة بين درجة حرارة الكون وعمره.
- 2) أتوقع المرحلة التي بدأ فيها تكوُّن الجسيمات البدائية، وأبرّر سبب توقعي.
- 3) أتتبع الأحداث التي تكوّنت في المرحلة الثالثة.
- 4) أنشئ جدولاً أكمل فيه مراحل تكوُّن الكون في ضوء ما درست.
- 5) أقارن بين مراحل تكوُّن الكون الثلاث، وبين مراحل تكوُّن الكون وفق فرضية الكون المستقر.
- 6) أتواصل: أناقش زملائي/زميلاتي في النتائج التي توصلت لها.

الحل:

- 1) علاقة عكسية.
- 2) المرحلة الأولى؛ لأنه قبل الزمن (10^{-43} s) لم يكن هناك أي وجود للذرات والجسيمات البدائية، وتُعد تلك المرحلة مرحلة غامضة لم يفسرها أي قانون فيزيائي لغاية الآن، ويُعتقد بأن مادة الكون في بداية نشأته كانت تتكون من جسيمات بدائية تتفاعل فيما بينها بشكل مستمر.
- 3) تكونت في هذه المرحلة الذرات ما سمح بتكون أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم وباقي العناصر، وتكون أيضاً في هذه المرحلة إشعاع الخلفية الكونية.
- 4)

300 millions years	تكون النجوم الأولى	المرحلة الرابعة
9 billion years	نشأة النظام الشمسي	المرحلة الخامسة
الوقت الحالي	تكوُّن المجرات الأحدث	المرحلة السادسة

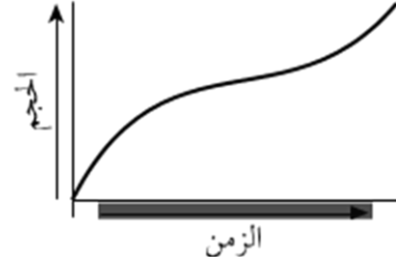
- 5) تفترض مراحل تكوُّن الكون الثلاث في نظرية الانفجار العظيم اختلاف مكونات الكون وأحداثه مع الزمن، ولكن نظرية الكون المستقر تشابه نفس المكونات في المراحل الثلاث.
- 6) ستختلف نقاشات الطلبة حول النتائج التي توصلوا إليها، ولكنها تتمحور حول أن مادة الكون وفق نظرية الانفجار العظيم قد تطورت من جسيمات بدائية فكونت مكونات الذرة مثل الفوتونات، والنيوترونات، والإلكترونات، التي كونت أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم وباقي العناصر، ثم اندمجت فكونت النجوم التي تجمعت فكونت المجرات والكون كما نعرفه حالياً أما في نموذج الكون المستقر فإن الكون يحافظ على خصائص ثابتة منذ نشأته حتى الآن.

وفقًا لنظرية الانفجار العظيم، فإن الرسم البياني الذي يمثل أفضل تمثيل للعلاقة بين الزمن وحجم الكون من بداية الكون إلى الوقت الحاضر هو:

سؤال

الجواب (أ)

(ب)



(د)

(ج)

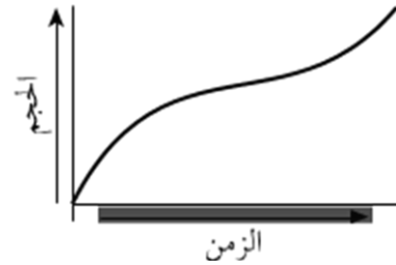


وفقًا لنظرية الكون المستقر، فإن الرسم البياني الذي يمثل أفضل تمثيل للعلاقة بين الزمن وحجم الكون من بداية الكون إلى الوقت الحاضر هو:

سؤال

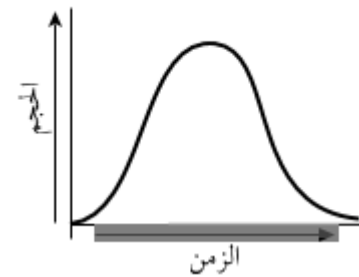
الجواب (أ)

(ب)



(د)

(ج)



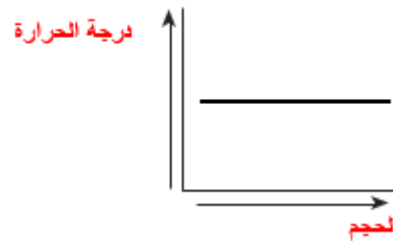
الرسم البياني الذي يوضّح العلاقة بين حجم الكون ودرجة الحرارة التي يشير إليها إشعاع الخلفية الكونية هو:

سؤال

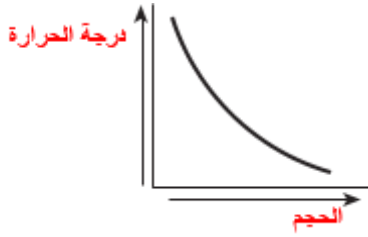
(أ)



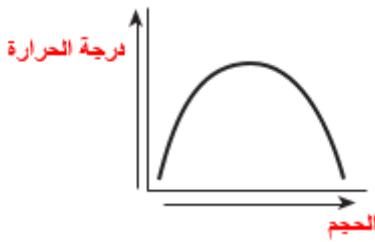
(ج)



(ب) الجواب



(د)



يوضّح الرسم البياني الآتي العلاقة بين:

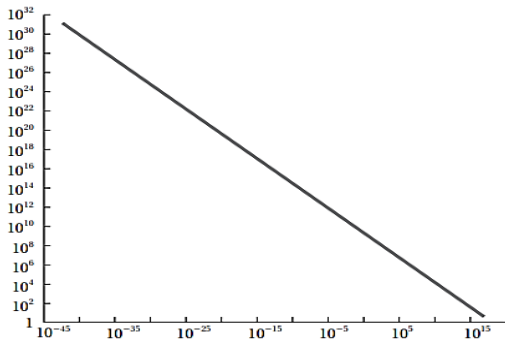
سؤال

(أ) درجة حرارة الكون وكتلته

(ب) درجة حرارة الكون وعمره

(ج) كثافة الكون وكتلته

(د) كثافة الكون ودرجة حرارته



الأدلة المؤيِّدة لنظرية الانفجار العظيم

هل اكتشاف الكوازارات دليلاً على مؤيداً لنظرية الكون المستقر أم لنظرية الانفجار العظيم:

سؤال

اكتشاف الكوازارات على الرغم من أن اكتشاف الكوازارات كان دليلاً معارضاً لنظرية الكون المستقر، إلا أنها كانت بمثابة دليل مؤيد لنظرية الانفجار العظيم التي تفترض أن الكون يتطور وتتغير خصائصه مع الزمن.

أفسر كيف أدى اكتشاف الكوازارات إلى تأييد صحة نظرية الانفجار العظيم:

سؤال

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

الاتساع المستمر للكون

سؤال

ما الذي يدل على اتساع الكون بشكل مستمر:

لاحظ العلماء حدوث تباعد بين المجرات في كل مكان من الكون بسرعات هائلة جدًا، ما يدل على اتساع الكون بشكل مستمر، مصداقًا لقول الله تعالى:
 ﴿وَالسَّمَاءَ بَنَيْنَاهَا بِأَيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ﴾ سورة الذاريات: الآية (47).

اشعاع الخلفية الكونية

سؤال

وضح المقصود بإشعاع الخلفية الكونية:

وهو إشعاع كهرومغناطيسي يمثل إشارات ميكروية منتظمة الخواص قادمة من كافة الاتجاهات في الفضاء، وفي الأوقات كافة وبصورة مستمرة من دون توقف أو تغير .

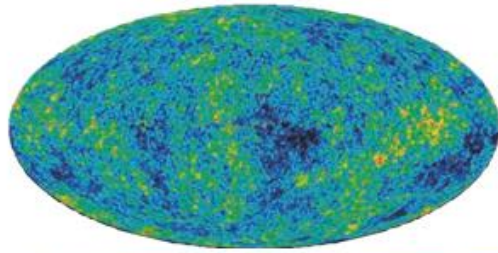
العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلق بمفهوم إشعاع الخلفية الكونية ما عدا:

سؤال

- (أ) يُعَدُّ إشعاعًا كهرومغناطيسيًا
 (ب) يمثل إشارات ميكروية غير منتظمة الخصائص
 (ج) قادم من الاتجاهات كلها في الفضاء
 (د) موجود باستمرار دون توقف أو تغير

ماذا يمثل الشكل المجاور:

سؤال



اختلاف درجات الحرارة عن المتوسط (μK)
 -200 -100 0 +100 +200

صورة لإشعاع الخلفية الكونية التقطت بواسطة مسبار ويلكينسون على مدار سبعة أعوام متتالية .

متى اكتُشف اشعاع الخلفية الكونية:

سؤال

عام 1965 م .

ما الذي أدى الى اكتشاف اشعاع الخلفية الكونية:

سؤال

بوساطة مسبار ويلكينسون التقطت: صورة لإشعاع الخلفية الكونية على مدار سبعة أعوام متتالية.

كيف فُسرَّت الإشارات الميكروية (اشعاع الخلفية الكونية):

سؤال

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.

سؤال

كم افترض العلماء درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية في الوقت الحالي وما علاقتها بالقيمة المقيسة:

افترض العلماء أن درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية في الوقت الحالي تساوي (2.7 K) تقريبًا، وهي مماثلة للقيمة المقيسة حاليًا.

سؤال

أصف ماذا يحدث لدرجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية مع الزمن:
تقل درجة الحرارة.

سؤال

تبلغ درجة حرارة الكون الآن (بوحدة K):

(أ) (2) (ب) 2.7 (ج) 2.8 (د) 3.5

سؤال

يُقدّر العلماء أن عمر الكون الذي حدث عنده الانفجار العظيم هو:

(أ) 0s (ب) 380000 years (ج) 300million years (د) 13.7billion years

سؤال

أربط بين خصائص إشعاع الخلفية الكونية وبين نظرية الانفجار العظيم.

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

سؤال

أشرح كيف يُعدّ إشعاع الخلفية الكونية دليلًا معارضًا لنظرية الكون المستقرّ.

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

سؤال

فسر: 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 تغير ما يدل على أنه نتج من عملية الانفجار الكوني العظيم وحسب العلماء درجة حرارته في الوقت الحالي، ووجدوا أنها تساوي (2.7 K) وهي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء.

سؤال

يفترض بعض علماء الفلك أن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية. أستنتج كيف يُثبت اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية بطلان هذه الفرضية.

لو كان الكون ثابتاً 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 جداً، وانخفضت درجة حرارته مع الزمن حتى أصبحت (2.7 K) في الوقت الحالي، وهي مماثلة للقيمة المقاسة حالياً.

الربط بالتكنولوجيا: يُعدّ مسبار ويكينسون لتباين الأشعة الكونية مسباراً فضائياً أُطلق عام 2003م لقياس إشعاع الخلفية الكونية، حيث رُسمت خريطة لتوزع إشعاع الخلفية الكونية، وقدم هذا المسبار أفضل صورة لمراحل نشأة الكون.

وفرة غازي الهيدروجين والهيليوم في الكون المرئي:

تُشير البحوث الحديثة ونتائج الرصد لمادة الكون المرئي أو ما يُعرّف باسم المادة العادية، التي سألدها لاحقاً، إلى أن نسب غازي الهيدروجين والهيليوم 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.

سؤال

ما نسبة غاز الهيدروجين وغاز الهيليوم وبقية العناصر مجتمعة بالنسبة لمادة الكون المرئي أو ما يُعرّف باسم المادة العادية كما تُشير البحوث الحديثة ونتائج الرصد:

غاز الهيدروجين يكوّن حوالي (74%) من تلك المادة، يليه غاز الهيليوم بنسبة (24%) تقريباً منها، أما بقية العناصر مجتمعة فتكوّن (2%) تقريباً.

سؤال

فسر: يلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم ثم بقية العناصر مجتمعة:

لأن غاز الهيليوم تشكّل من اندماج ذرات الهيدروجين.

سؤال

نسبة غاز الهيدروجين في مادة الكون المرئية تساوي تقريباً:

أ) 2% ب) 24% ج) 74% د) 98%

سؤال

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

سؤال

يكوّن غازا الهيدروجين والهيليوم ما نسبته (98%) من مادة الكون:

أ) العادية (المرئية) ب) الكلية ج) المادة المظلمة د) غير المرئية

سؤال

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 يُلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكل من اندماج ذرات الهيدروجين.

سؤال

الغاز الأكثر وفرة في الكون المرئي هو:

(أ) الهيليوم (ب) الهيدروجين (ج) الأكسجين (د) النيتروجين

سؤال

أوضح أوجه القصور في نظرية الانفجار العظيم:

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

ملاحظة:

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

سؤال

طور علماء الفلك نظرية تصدّم الكون بوصفها نظرية مكّمة لنظرية الانفجار العظيم وتحلّ المشكلات التي اعترضتها، ما نصّ هذه النظرية:

(أن زيادة مفاجئة وكبيرة قد حدثت في حجم الكون في الفترة الزمنية التي كان فيها عمر الكون يتراوح ما بين (10^{-45} s) و (10^{-35} s) ، وقد أدّى هذا التوسّع الكبير إلى جعل الكون متجانساً، وقلّ التفاوت بين درجات الحرارة في مناطق شاسعة من الكون).



أتحقق: أذكر الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم:

سؤال

- 1) اكتشاف الكوازارات
- 2) الاتساع المستمر للكون
- 3) إشعاع الخلفية الكونية
- 4) وفرة غازي الهيدروجين والهيليوم في الكون المرئي

ألخص ما أشارت إليه نظرية الانفجار العظيم:

سؤال

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

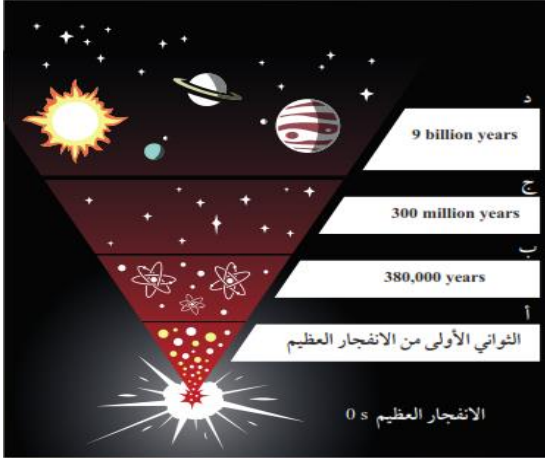
أقارن حجم الكون وكتلته بين اللحظة التي تشكل فيها إشعاع الخلفية الكونية والوقت الحالي:

سؤال

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.

نشاط

الأحداث التي مرّت بها الكون منذ بدء الانفجار العظيم



تُعَدُّ نشأة الكون من الأمور التي حيرت العلماء، وعلى الرغم من ذلك فقد بُدِلت 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 جُمِعت عن أهمّ الأحداث التي مرّ بها الكون. أدرسه جيّدًا، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه .

التحليل والاستنتاج



1. أستنتج التغيّرات التي حدثت على كلّ من: حجم الكون، وكثافته مع الزمن. **الجواب:** زاد حجم الكون وقلت كثافته مع الزمن وما زال التغير في حجم الكون وكثافته مستمرًا.
2. أوضّح دلالة الأحداث التي تمثّلها الرموز (أ، ب، ج، د).

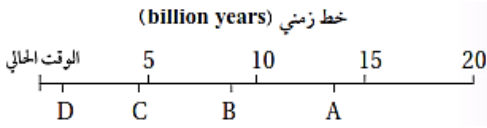
الجواب:

- أ) ارتفاع درجة حرارة الكون إلى $(10^{+32} k)$ وتكوّن الجسيمات البدائية.
- ب) تكوّن نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم.
- ج) تكوّن النجوم الأولى.
- د) تكوّن النظام الشمسي.

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

الجواب: في الزمن $(10^{-43} s)$ ارتفعت درجة حرارة الكون لتصل تقريبا $(10^{+32} k)$ ، وكانت مادة الكون تتكوّن من جسيمات بدائية تتفاعل فيما 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. **الجواب:** ستقل.



يمثل الخط الزمني أدناه الوقت من الزمن الحالي إلى مضت، وتمثل الرموز (A,B,C,D) أوقاتاً محدّدة. فإن الرمز على الخط الزمني الذي يمثل الوقت الذي قدّر فيه العلماء حدوث الانفجار العظيم هو :

سؤال

(أ) A (ب) B (ج) C (د) D

أدرس الجدول الآتي الذي وضعه أحد الطلبة حين وُجّه سؤال له عن الأدلة المؤيِّدة لنظرية الانفجار العظيم، ثم أجب عما يليه:

سؤال

إشعاع الخلفية الكونية	نسب الهيدروجين والهيليوم المتوافرة في الكون	درجة حرارة الكون الآن (2.7 K)
اكتشاف الكوازارات	انزياح أطيف النجوم فوق المستعرة نحو الأحمر	الطاقة المظلمة

(أ) أنقذ الجدول الذي وضعه أحد الطلبة.

(ب) أقترح تعديلات يمكن إجراؤها على الجدول.

الجواب:

(أ) جميع الأدلة التي ذكرها الطالب صحيحة، ما عدا الطاقة المظلمة؛ لأنها المسؤولة عن تسارع توسع الكون.

(ب) إضافة دليل (الاتساع المستمر للكون) بدالاً من دليل الطاقة المظلمة.

نشأ إشعاع الخلفية الكونية:

سؤال

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

(ب) بعد (380.000 years) من حدوث الانفجار العظيم.

(ج) بعد مضيّ ثوانٍ من حدوث الانفجار العظيم.

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

أَتبَّع مراحل نشأة الكون منذ لحظة الانفجار العظيم حتى تشكّل المجرات:

سؤال

في الزمن (s) 10^{-43} ارتفعت درجة حرارة الكون لتصل تقريباً إلى (K) 10^{32} ، وكانت مادة الكون تتكون من جسيمات بدائية تتفاعل فيما 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 (K) 3000، ما سمح بتكون أنوية العناصر الخفيفة اندمجت مثل الهيدروجين والهيليوم وباقي العناصر، ثم تكونت النجوم التي تجمعت تكونت المجرات.

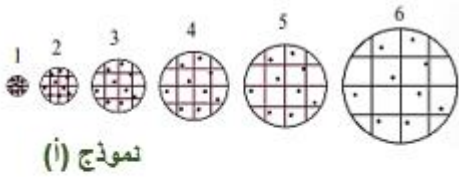
سؤال

العبرة التي تصف تكوّن الجسيمات البدائية مثل الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات وصفاً صحيحاً هي:

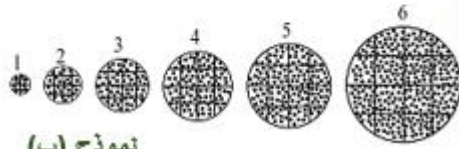
- (أ) يوجد فارق زمني بين تكوّن الجسيمات البدائية وأنوية كل من الهيدروجين والهيليوم يساوي (380,000 years).
- (ب) يوجد فارق زمني بين تكوّن الجسيمات البدائية وأنوية كل من الهيدروجين والهيليوم يساوي دقائق قليلة.
- (ج) تكوّنت الجسيمات البدائية عندما كانت درجة حرارة الكون تساوي (3000 k).
- (د) تكوّنت الجسيمات البدائية لحظة الانفجار العظيم في الزمن ($10^{-43} s$).

سؤال

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



نموذج (أ)



نموذج (ب)

- (1) أصفُ ماذا يحدث لكثافة الكون وكتلته في كل من النموذجين (أ) و (ب).
- (2) أستنتج: أي النموذجين يُمثّل نموذج الانفجار العظيم، وأيُّهما يمثّل نموذج الكون المستقرّ؟
- (3) أوضّح كيف تُعدّ الكوازارات دليلاً معارضاً لأحد النموذجين، في حين تُعدّ دليلاً مؤيداً للنموذج الآخر.

الحل :

- (1) 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) النموذج (أ) يمثل الانفجار العظيم، بينما النموذج (ب) يمثل نموذج الكون المستقر.
- (3) تُعدّ الكوازارات دليلاً مؤيداً لنموذج الانفجار العظيم؛ لأن الكوازارات تم اكتشافها ورصدها بعيداً جداً باتجاه حافة الكون المرئي، ولم تُرصد بالقرب منا، وتُظهر أطيافها انزياحاً شديداً نحو الأحمر، ما يدل على أن خصائص الكون سابقاً تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر. وتُعدّ دليلاً معارضاً لنموذج الكون المستقر؛ لأن هذه النظرية تفترض تشابه خصائص الكون منذ نشأته حتى الوقت الحالي، وهذا يتعارض مع رصد الكوازارات.

سؤال

أقارن بين نموذج الكون المستقرّ ونموذج الانفجار العظيم من حيث تغير كتلة الكون وكثافته وجمعه مع الزمن:

في نظرية الكون المستقر، المادة المكونة لمجرتنا هي نفس المادة المكونة للمجرات الأخرى سواء كانت المجرات قريبة أو بعيدة، أما في نظرية الانفجار العظيم فإن المادة المكونة لمجرتنا والمجرات الأخرى تختلف باختلاف بُعدها أو قُربها.

أقوَم صحة ما أشارت إليه العبارة الآتية: " تُعَدُّ نظرية الانفجار العظيم مكمّلةً لنظرية الكون المستقرّ".

سؤال

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.

مِقْرَابُ جِيمِس وَيْب الْفَضَائِي

متى أُطلق مِقْرَابُ جِيمِس وَيْب الْفَضَائِي (JWST) :

سؤال

بتاريخ 2021/12/25م إلى الفضاء نحو نقطة.

أطلق مِقْرَابُ جِيمِس وَيْب الْفَضَائِي (JWST) بتاريخ 2021/12/25م إلى الفضاء نحو نقطة:

سؤال

- (أ) لاغرانج (L2) على بُعد 1.5 million kilometers من الأرض
 (ب) هابل (H3) على بُعد 1.5 million kilometers من الأرض
 (ج) لاغرانج (L2) على بُعد 3.5 million kilometers من الأرض
 (د) لاغرانج (H3) على بُعد 3.5 million kilometers من الأرض

فسر: يُعَدُّ مِقْرَابُ جِيمِس وَيْب أقوى مرصد فضائي حتى الآن، ويوصّف بأنه خليفة مِقْرَابِ هابل الفضائي:

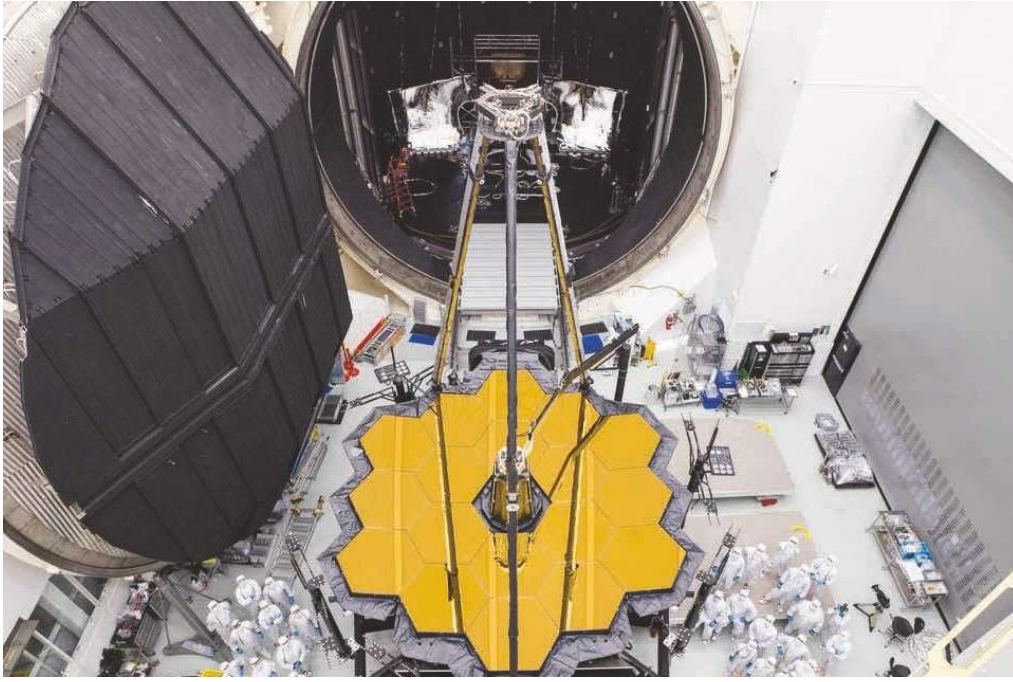
سؤال

(1) يتمتع مِقْرَابُ جِيمِس وَيْب بقدره كبيرة على رصد وتحليل طيف الأشعة تحت الحمراء القادمة من الأجرام البعيدة، في حين أن مِقْرَابِ هابل يعمل ضمن مجال مختلف من طول الموجة، إذ إن قدراته الأساسية تقع ضمن طيف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية وجزء صغير من طيف الأشعة تحت الحمراء.

(2) الصور الملتقطة بوساطة مِقْرَابِ جِيمِس وَيْب أكثر دقّةً من مِقْرَابِ هابل. لذلك من المتوقع أن تحدث ثورة في علم الفلك والفيزياء الفلكية عن طريق تسليط الضوء على أقدم النجوم والمجرات التي تشكّلت بعد الانفجار العظيم.

مم يتكوّن قلب مقراب جيمس ويب:

من مرآة مقعّرة قطرها (6.5 m)، تتألف من 18 مرآة سداسية الأضلاع، وهي مصنوعة من عنصر البريليوم المطلي بالذهب، وقد أضيفت مجسّات دقيقة إلى المقراب بهدف التقاط صور لأجرام في الفضاء وتحليل الإشعاع؛ من أجل فهم خصائص الموادّ الكونية.



الكّتابَة في الجيولوجيا

أكتبُ فقرة حول المرصد الفضائي جيمس ويب، ودوره في استكشاف أسرار الكون:

يمكن أن يكتب الطلبة فقرة على النحو الآتي:

يسمح المقراب الفضائي "جيمس ويب" للعلماء بمشاهدة البعد العميق للكون، ورؤية جزءاً من الفضاء لم يتح لهم رؤيته من قبل؛ فيتيح لهم رؤية الكون عند بدء نشأة أول النجوم وأول المجرات بدقة تفوق كثيراً إمكانيات مقراب هابل الفضائي، وسيستعين العلماء به لدراسة الكواكب والأجرام الأخرى في مجموعتنا الشمسية، ويعود السبب في ذلك إلى تركيب مقراب جيمس ويب الذي يتألف من 18 مرآة مقعرة سداسية الأضلاع، ومجسات دقيقة لالتقاط صور للأجرام في الفضاء وتحليل الأشعة، من أجل فهم الكون.