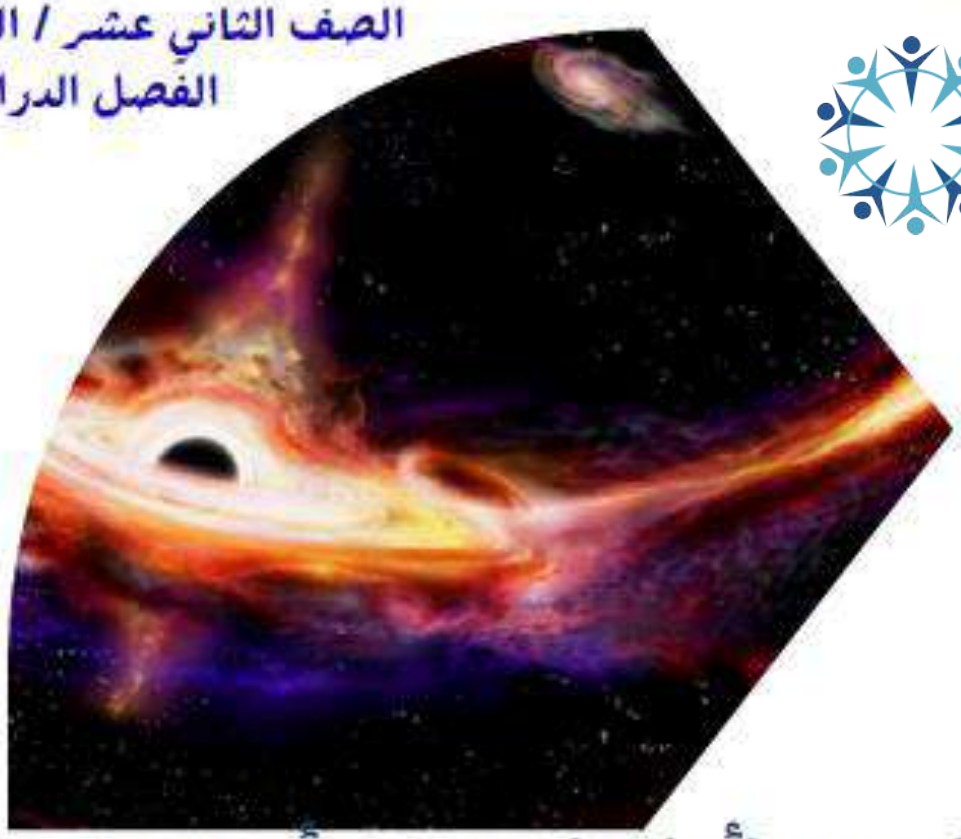
علوم الأرض و البيئة

الوحدة الخامسة: المجرات و نشأة الكون

الصف الثاني عشر / المسار الأكاديمي
الفصل الدراسي الثاني



الدرس الأول: المجرات و أنواعها

الدرس الثاني: توسع الكون

الدرس الثالث: تسارع توسع الكون

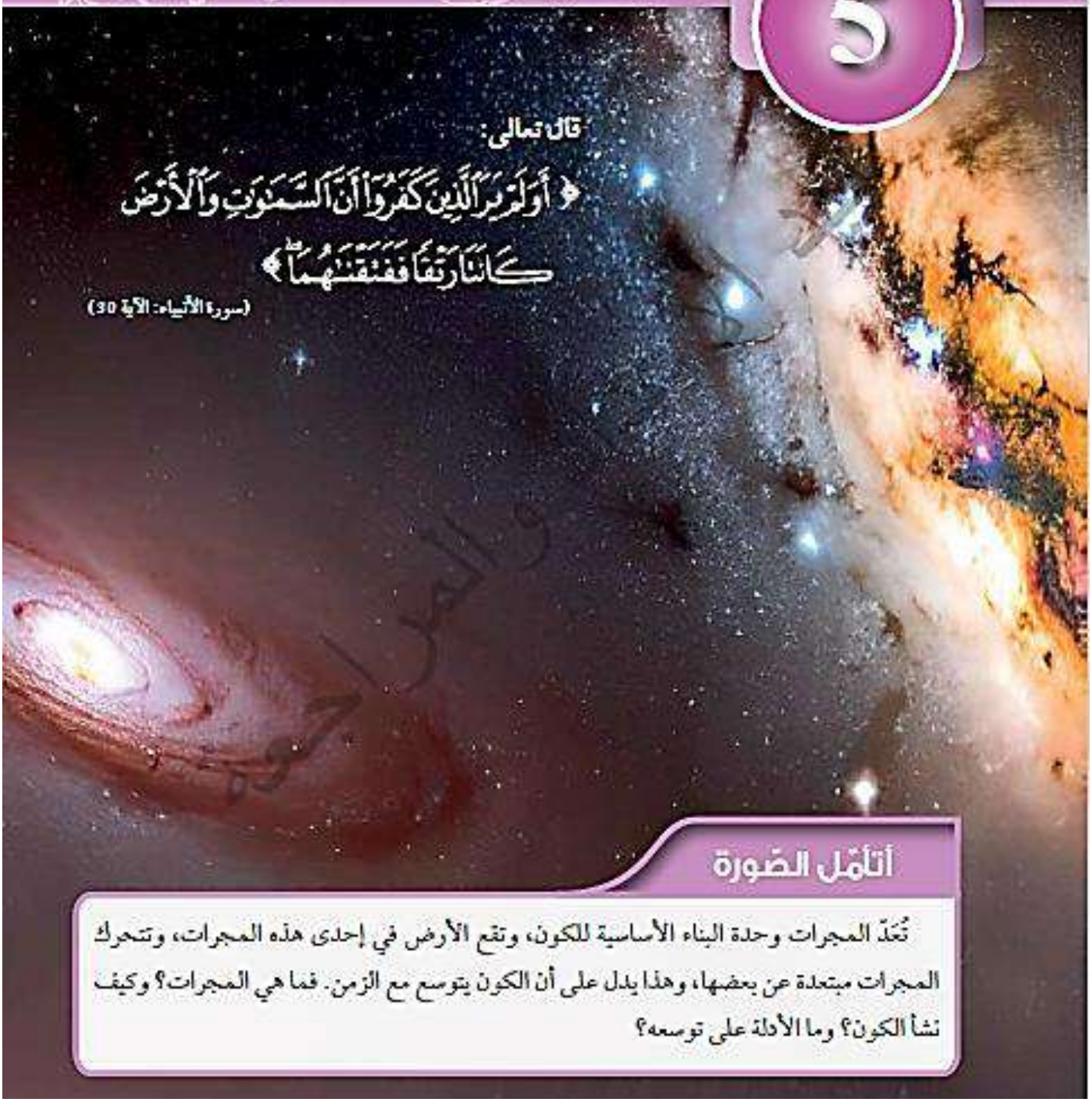
الدرس الرابع: نظريات نشأة الكون

إعداد المعلمة: مي سميح صلاح

الوَحْدة 5

المجرات ونشأة الكون

Galaxies and the Evolution of the Universe



أتأمّل الصّورة

تُعَدّ 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؟

منهاجي
متعة التعليم الهادف

تعالى:(أولم ير الَّذِينَ كَفَرُوا أَن السَّمَوتِ وَ الْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَهُ مَا) (سورة الأنبياء: الآية (30)

أتأمل الصورة :

تعد المجرات وحدة البناء الأساسية للكون، و تقع الأرض في إحدى هذه المجرات، و تتحرك المجرات مبتعدة عن بعضها، و هذا يدل على أن الكون يتوسع مع الزمن. فما هي المجرات؟ و كيف نشأ الكون؟ و ما الأدلة على توسعه؟

المجرة Galaxy : تجمع هائل من مليارات النجوم المختلفة في خصائصها، و الكواكب، و الأقمار، و الكويكبات، و المذنبات، و الغازات، و الأغبرة و السدم الكونية، التي يفصل بينها مسافات هائلة، تعد المجرات الوحدة الأساسية في بناء الكون، و ترتبط مكوناتها بعضها ببعض بقوى جاذبية، فتتحرك في الكون بوصفها وحدة واحدة.

كيفية نشأة الكون: هناك نظريات عدة تفسر نشأة الكون أهمها نظرية الكون المستقر و نظرية الانفجار العظيم التي تعد أكثر النظريات قبولاً لدى علماء الفلك.

أدلة توسع الكون: استدل العلماء على توسع الكون عن طريق حركة المجرات وتباعد بعضها عن بعض.

الفكرة العامة:

يتكون الكون من مجرات متنوعة تختلف في خصائصها، و قد اعتمد العلماء على دراسة هذه الخصائص لوضع نظريات تفسر نشأته و توسعه، و من أبرز هذه النظريات نظرية الانفجار العظيم.

الدرس الأول : المجرات و أنواعها

الفكرة الرئيسة:

تعد المجرات وحدة البناء الأساسية للكون، و تصنف بحسب أشكالها إلى مجرات إهليليجية، و مجرات حلزونية، و مجرات غير منتظمة.

الدرس الثاني: توسع الكون

الفكرة الرئيسة :

تتباعد المجرات بعضها عن بعض، و أطيافها انزياحًا نحو الأحمر.

الدرس الثالث: تسارع توسع الكون

الفكرة الرئيسة:

تمكن العلماء من حساب عمر الكون التقريبي باستخدام قانون هابل، و إثبات أن الكون يتوسع متسارعا بفعل الطاقة المظلمة التي تملأ الفضاء.

الدرس الرابع: نظريات نشأة الكون

الفكرة الرئيسة:

وضع العلماء العديد من النظريات لتفسير نشأة الكون، منها نظريتا الكون المستقر و الانفجار العظيم، و تعد نظرية الانفجار العظيم أكثر النظريات قبولا عند العلماء.

تجربة استهلالية

نمذجة توسع الكون

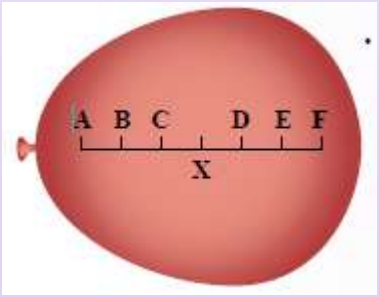
منذ اللحظة الأولى التي نشأ فيها الكون وفقا لنظرية الانفجار العظيم بدأ بالتوسع، و رافق ذلك زيادة في حجمه و نقصان في كثافته مع بقاء كتلته ثابتة، في هذه التجربة سيجري استخدام بالون المحاكاة توسع الكون.

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

إرشادات السلامة: توخي الحذر عند نفخ البالون لأكبر حجم تجنبا لانفجاره.

خطوات العمل:

1. أنفخ البالون (الفضاء) جزئيا إلى حجم قبضة يدي تقريبا من دون أن أغلقه نهائيا، ليتسنى لي تكرار نفخه.



2. أرسم على البالون المنفوخ خطا بقلم التخطيط، ثم أحدد عليه سبع نقاط (المجرات): (A.B.C.X.D.E.F)، تفصل بين كل نقطة وأخرى مسافة 1cm، بحيث تمثل كل نقطة مجرة، و أحرص على أن تكون النقطة (X) نقطة مركزية وسط تلك النقاط تمثل مجرتنا (مجرة درب التبانة). أنظر الشكل المجاور.

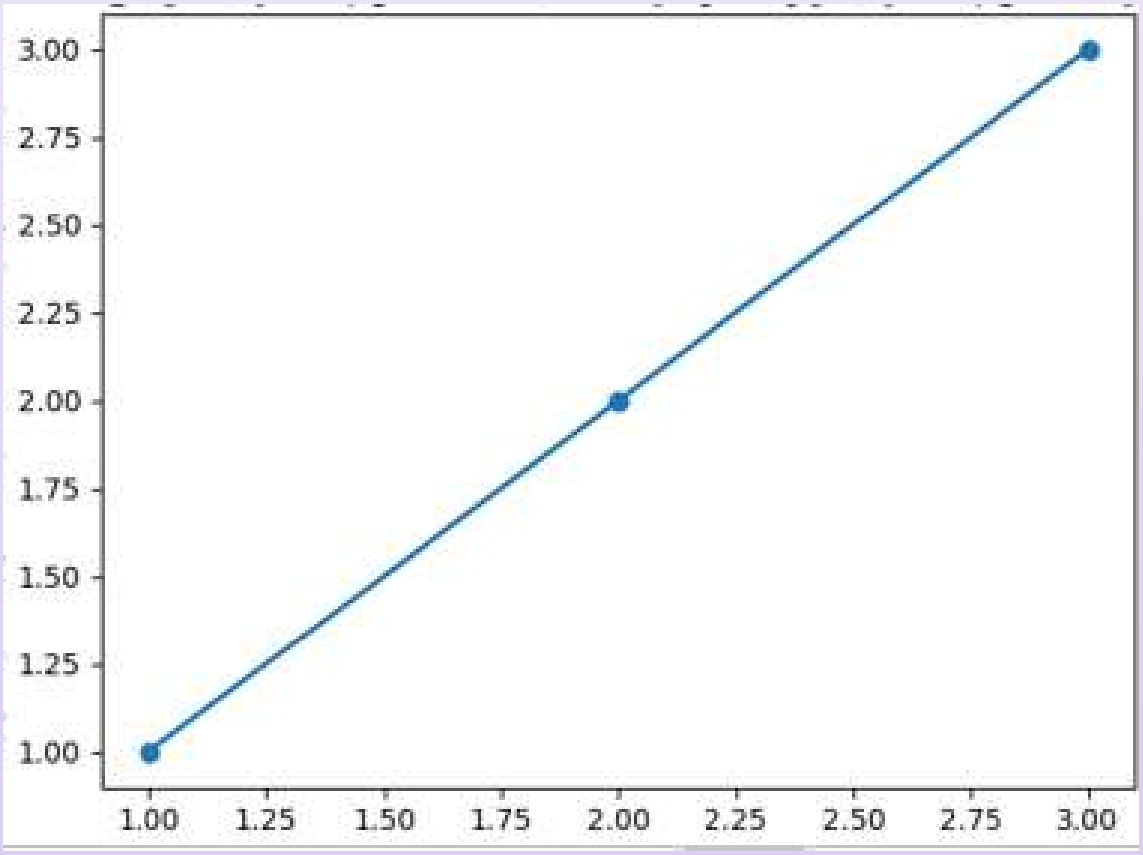
3. أنفخ البالون مرة أخرى لأكبر حجم ممكن، ثم أقيس المسافة بين النقطة (X) و بين كل نقطة من النقاط الأخرى.

4. أدون ملاحظاتي في الجدول الآتي:

المجرة	المسافة الابتدائية للمجرة عن مجرة درب التبانة (X) بوحدة (cm)	المسافة النهائية للمجرة عن مجرة درب التبانة (X) بوحدة (cm)	الفرق بين المسافتين الابتدائية و النهائية للمجرة عن مجرة درب التبانة (X) بوحدة (cm)
A	3.0	6.0	3.0
B	2.0	4.0	2.0
C	1.0	2.0	1.0
D	1.0	2.0	1.0
E	2.0	4.0	2.0
F	3.0	6.0	3.0

التحليل والاستنتاج:

1. أرسم بيانيا العلاقة بين المسافة الابتدائية للمجرة عن مجرة درب التبانة و الفرق بين المسافتين الابتدائية و النهائية للمجرة عن مجرة درب التبانة.



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

المجرات تتحرك مبتعداً عنا، و عن بعضها البعض .

3 أستنتج العلاقة بين ما توصلت إليه في هذه التجربة و كيفية توسع الكون.

توجد علاقة طردية ؛ فكلما زادت المسافة الابتدائية للمجرة عن مجرة درب التبانة، زاد مقدار ابتعادها (الفرق بين المسافتين).

الدرس الأول : المجرات و أنواعها

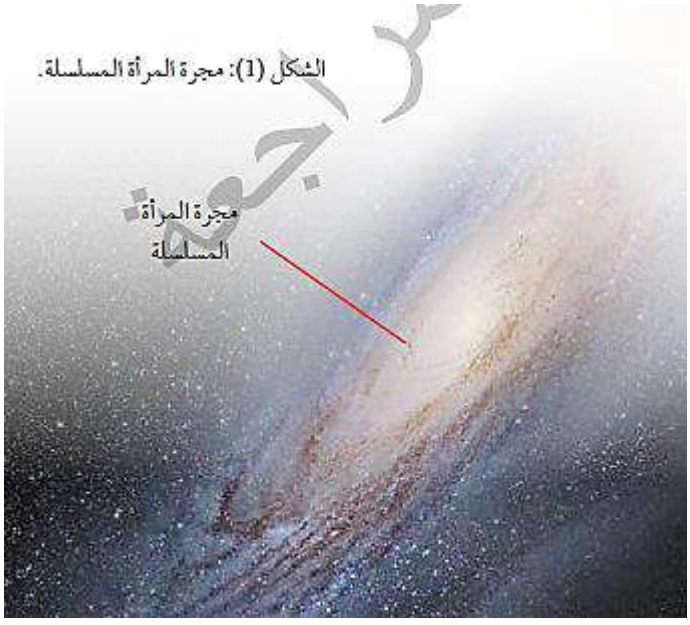
الفكرة الرئيسة : تعد المجرات وحدة البناء الأساسية للكون، و تصنف بحسب أشكالها إلى مجرات إهليليجية، و مجرات حلزونية، ومجرات منتظمة.

ما المجرة ؟

تعلمتُ في صفوف سابقة أن الشمس و مجموعة الأجرام التي تدور حولها، مثل الكواكب، و منها كوكب الأرض، و ما يتبعها من أقمار تقع في مجرة أسمها مجرة درب التبانة.
فما المقصود بالمجرة؟ و ما خصائص مجرة درب التبانة ؟

المجرة Galaxy : تجمع هائل من مليارات النجوم المختلفة في خصائصها، و الكواكب، و الأقمار، و الكويكبات، و المذنبات، و الغازات، و الأغبرة و السدم الكونية، التي يفصل بينها مسافات هائلة، تعد المجرات الوحدة الأساسية في بناء الكون، و ترتبط مكوناتها بعضها ببعض بقوى جاذبية، فتتحرك في الكون بوصفها وحدة واحدة.

مجرة المرأة المسلسلة Andromeda أول المجرات التي رصدها العالم الفلكي المسلم عبد الرحمن الصوفي من الأرض، و هي أقرب المجرات إلى مجرة درب التبانة. أنظر الشكل (1).



الشكل (1): مجرة المرأة المسلسلة.

✓ **اتحقق**: أوضح المقصود بالمجرة.
تجمع هائل من مليارات النجوم المختلفة في خصائصها، و الكواكب، و الأقمار، و الكويكبات، و المذنبات، و الغازات، و الأغبرة و السدم الكونية، التي يفصل بينها مسافات هائلة .

تصنيف المجرات حسب عدد النجوم :

- المجرات القزمة Dwarf Galaxies :يُطلق العلماء على المجرات التي يتراوح عددها بين 1000 نجم و عدة ملايين من النجوم اسم مثل مجرة ماجلان الصغرى.
- المجرات العملاقة Glant Galaxies : المجرات التي تتكون من مليارات النجوم، فيطلق عليها مثل مجرة درب التبانة .

مجرة درب التبانة The Milky Way Galaxy

خصائص مجرة درب التبانة

- إحدى المجرات متوسطة العمر ذات شكل حلزوني، و تضم نحو (200-400) مليار نجم
- تكون النجوم فيها منفردة مثل الشمس، أو على شكل أنظمة نجمية مثل النجوم الثنائية و العناقيد النجمية، أو على شكل كوكبات نجمية
- تنتشر في أطرافها سحب من الغبار و الغازات الكونية.

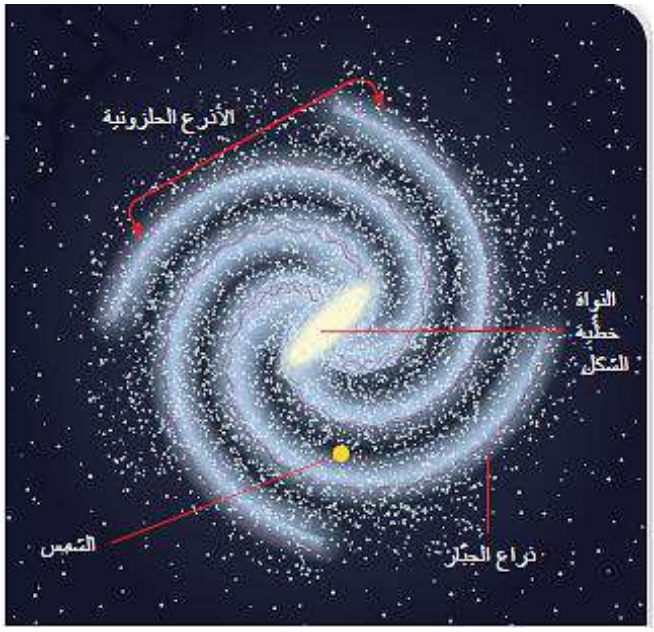
❖ مم تتكون مجرة درب التبانة؟

من أذرع حلزونية عملاقة تدور من الغرب إلى الشرق حول نواة خطية الشكل تقع في مركزها، انظر الشكل (2).

❖ أين تقع الشمس ؟

على إحدى أذرعها، و هو ذراع الجبار، و تبعد عن نواة المجرة نحو (27,000)light years

- عند رصد مجرة درب التبانة، يُلاحظ أن النجوم تتجمع في مركزها، و يعتقد العلماء أن سبب ذلك هو وجود ثقب أسود في المركز.



الشكل (2): مجرة درب التبانة.

افكر:

ما سبب تحرك المجرة بما تحويه من أجرام سماوية و سدم كونية في الكون الواسع وحدة واحدة؟

لأن مكوناتها ترتبط بعضها ببعض بقوى جاذبية .

- يختلف شكل مجرة درب التبانة، فتظهر من المسقط الجانبي قرصا ضيقا فيه انتفاخ من الوسط، أنظر الشكل (أ/3).

الشكل (3/ أ): مجرة درب التَّبَّانة من المسقَط الجانبي.

- تظهر من المسقط الرأسي على شكل حلزوني لولبي، انظر الشكل (3/ب).

الشكل (3/ ب): مجرة درب التَّبَّانة من المسقَط الرأسي.

- كيف نشأة مجرة درب التبانة ؟

يعتقد العلماء أن مجرة درب التبانة نشأت من اندماج مجرتين: إحداهما قزمة حديثة، والأخرى قديمة أكبر حجما، و ذلك قبل 13billion years تقريبا. أنظر الشكل (4).

- كيف استدل العلماء على صحة اعتقادهم؟

بدراسة نجوم المجرة التي أظهرت أن مجرة درب التبانة تضم نوعين من النجوم: نجوم حمراء قديمة، و نجوم زرقاء حديثة.

الشكل (4): اندماج مجرتين حلزونيتين كما حدث في مجرة درب التبانة عند نشأتها.

افكر

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

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

اتحقق

أين تقع الشمس في مجرة درب التبانة؟

تقع الشمس على ذراع الجبار و هو أحد أذرع مجرة درب التبانة .

أنفذ النشاط الآتي لتعرف بعض خصائص مجرة درب التبانة.

نشاط

" خصائص مجرة درب التبانة"

فسر : لم يستطع علماء الفلك رؤية شكل مجرة درب التبانة كاملا ؟ لكن كيف تعرفوا خصائصها؟

لأن الأرض جزء منها ، لكنهم تعرفوا خصائصها باستخدام المقاريب (التلسكوبات) التي تستقبل الأشعة الراديوية، و الأشعة تحت الحمراء المنبعثة عنها، و مقارنتها بأشكال المجرات الأخرى.

يمثل الجدول الآتي بعض البيانات والقيم التقريبية التي جمعت عن المجرة و التي قد تختلف مع الاكتشافات الحديثة. أدرس الجدول جيدا، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

خصائص مجرة درب التبانة	
نوع المجرة	حلزونية خطية النواة
العمر	13.6 billion years
القطر	100000 light years
السمك	12000 light years
الكتلة	5.8×10^{11} ضعف كتلة الشمس
ز من 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، و تعادل $9.4X10^{12}$	

التحليل والاستنتاج:

1. أحدد نوع مجرة درب التبانة. مجرة حلزونية خطية النواة

2 احسب قطر مجرة درب التبانة بوحدة Km.

قطر مجرة درب التبانة 100000 light years

للتحويل إلى km نضرب قطر المجرة بـ $9.4X10^{12}$

$9.4X10^{12} \times 100000 = 9.4X10^{17}$ km

3. أحسب عدد الدورات التي أكملتها الشمس حول مركز مجرة درب التبانة حتى الآن، علما بأن عُمر الشمس يُقدره علماء الفلك 4.7 billion years تقريباً.

زمن دوران الشمس حول مركز المجرة = $225X10^6$ year

عمر الشمس = $4.7X10^9$ year

و منه :

$(4.7X10^9) / (225X10^6) = 20.8$

4.أتوقع ماذا يطلق على المدة الزمنية التي تكمل فيها الشمس دورة كاملة حول مركز المجرة ؟

سنة مجرية

تصنيف المجرات Galaxies Classification

المجموعات المجرية : مجموعات تتجمع فيها المجرات كما النجوم .

- تحتوي المجموعات المجرية في الغالب 100 مجرة أو أقل مرتبطة جذبيا مع بعضها البعض، و توجد مجرتنا درب التبانة في المجموعة المحلية التي تحتوي 50 مجرة موثقاً وجودها.
- العناقيد المجرية : تتجمع المجرات على هيئة عناقيد تتراوح أعداد المجرات التي تحويها بين مئات و آلاف المجرات.
- من أشهر العناقيد المعروفة عنقود العذراء.
- قد درس علماء الفلك المجرات، و لاحظوا أنها تختلف في :

1. أشكالها 2. حجومها 3. أعمارها 4.شدة إضاءتها و سطوعها

- تم تصنيف المجرات تسهيلا لدراستها ، فصنفت المجرات اعتمادا على :

1.أشكالها 2. خصائصها الفيزيائية 3. مقدار سطوع مركزها .

- من أشهر تلك التصنيفات تصنيف العالم الفلكي إدوين هابل.

تصنيف العالم الفلكي إدوين هابل.

- ✓ درس هابل المجرات باستخدام مقراب فلكي امتاز عن غيره من المقاريب بإتاحته رؤية الكون على نحو أكثر وضوحًا.
- ✓ كان ذلك باستخدام مرصد جبل ويلسون في الولايات المتحدة الأمريكية
- ✓ قد اعتمد هابل اختلاف أشكال المجرات أساسا في تصنيفها في ثلاثة أنواع، هي: مجرات إهليليجية (بيضوية)، و مجرات حلزونية، و مجرات غير منتظمة، أنظر الشكل (5).

الشكل (5): تظهر المجرات في الكون بأشكال وأحجام مختلفة، فمنها لها شكل منتظم و منها ليس لها شكل منتظم.

أصف أشكال المجرات في الشكل. 1.مجرات إهليليجية (بيضوية)2.مجرات حلزونية3. مجرات غير منتظمة

المجرات الإهليليجية Elliptical Galaxies

خصائص المجرات الإهليليجية :

- تعد المجرات الإهليليجية إحدى أكثر المجرات شيوعا في الكون.
- تمتاز بأنها أقدم المجرات وأكبرها عمرا.
- سميت هذا الاسم، لأن شكلها إهليليجي.
- من الأمثلة عليها مجرة مسييه 59 (Messier 59).
- تحتوي معظم المجرات الإهليليجية قليلا من الغازات و الأغبرة الكونية بين نجومها، و هذا يساعد على سهولة رصدها و مشاهدتها.

بما تختلف المجرات الإهليليجية ؟

- في شدة استطالتها، فبعضها شديد الاستطالة و بعضها الآخر قليل الاستطالة و بعضها كروي الشكل تقريبا.
- اعتمادا على ذلك، قسمت المجرات الإهليليجية ثماني فئات، هي: (E0,E1,E3,E4,E5,E6,E7)
- تعد المجرة E0 أقل المجرات الإهليليجية استطالة، وأكثرها ميلا إلى الشكل الكروي.
- أما المجرة E7 فهي أكثر المجرات الإهليليجية استطالة، في حين تتدرج بينهما الفئات الأخرى من المجرات الإهليليجية، أنظر الشكل (6).

الشكل (6): اختلاف المجرات الإهليليجية في شدة استطالتها، و اقتراب بعضها من الشكل الكروي

افكر

لماذا يسهل رصد المجرات الإهليليجية مقارنة بأنواع المجرات الأخرى؟

لأنها تحتوي قليلا من الغازات و الأغبرة الكونية بين نجومها، و هذا يساعد على سهولة رصدها ومشاهدتها.

المجرات الحلزونية Spiral Galaxies

خصائص المجرات الحلزونية :

- تمتاز المجرات الحلزونية بأن لها أذرعا تلتف حول نواتها بشكل حلزوني، و هذا يفسر سبب تسميتها المجرات الحلزونية، ويُرمز إليها بالرمز (S).
- تعد المجرات الحلزونية من المجرات متوسطة العمر.
- لاحظ العلماء عند رصدها أنها تحوي كميات كبيرة من الغازات و الأغبرة الكونية بين نجومها مقارنة بالمجرات الإهليليجية و هي أكثر شيوعا منها.
- تصنف المجرات الحلزونية إلى نوعين رئيسين بحسب شكل النواة في مركزها، هما:

1. المجرات الحلزونية كروية النواة Spiral Galaxies التي يرمز إليها بالرمز (S)، أنظر الشكل (7 /أ).
2. المجرات الحلزونية خطية النواة Spiral Barred Galaxies التي يرمز إليها بالرمز (SB)، أنظر إلى الشكل (7/ ب).

- أما التصنيفات الفرعية الأخرى للمجرات الحلزونية، فقد اعتمدت على شدة انفتاح الأذرع حول نواة المجرة :

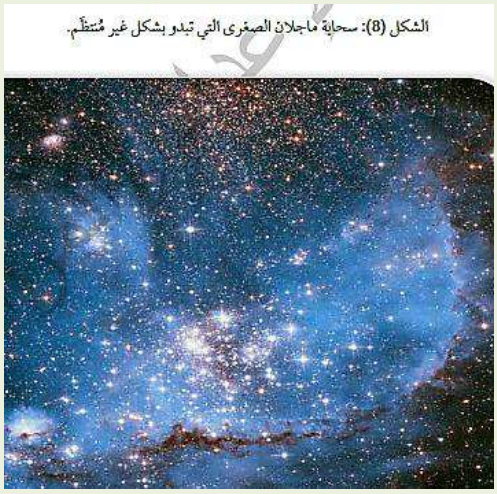
1. الحرف (a) يُمثل أقل الأذرع انفتاحا.
2. الحرف (b) يمثل أذرعا متوسطة الانفتاح.
3. الحرف (c) يمثل أذرعا شديدة الانفتاح.

- يصنف العلماء مجرة درب التبانة اعتمادا على شكلها و شكل نواتها و شدة انفتاح أذرعها بأنها مجرة حلزونية خطية النواة و ذات أذرع متوسطة الانفتاح.

المجرات غير المنتظمة Irregular Galaxies

خصائص المجرات غير المنتظمة :

- مجرات صغيرة باهتة يصعب اكتشافها و رصدها في الغالب، لأنها تحوي كمية من الغازات و الأغبرة الكونية بين نجومها أكثر مما تحويه أنواع المجرات الأخرى
- يرى العلماء أنها أحدث المجرات عمرا و يُرمز إليها بالرمز (Irr).
- سميت هذا الاسم لعدم وجود شكل منتظم لها مثل بقية المجرات.
- تعد سحابة ماجلان الكبرى و سحابة ماجلان الصغرى من المجرات غير المنتظمة، انظر الشكل (8)



الشكل (8): سحابة ماجلان الصغرى التي تبدو بشكل غير مُنتظم.

الربط بالتكنولوجيا

- سمي المقراب المخصص لدراسة الفضاء و استكشافه (مقراب هابل الفلكي) تقديرا للعالم إدوين هابل.
- يُعد هذا المقراب من أفضل التقنيات العلمية التي تمكنت من التقاط صور للفضاء خارج الغلاف الجوي.
- قد أطلق عام 1990م على متن المكوك الفضائي Discovery من وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) NASA في مدار حول الأرض، و لا يزال مستخدمًا حتى الآن.

افكر

لماذا تعد المجرات غير المنتظمة أقل المجرات رصدًا في الكون؟

لأنها تحوي كمية من الغازات و الأغبرة الكونية بين نجومها أكثر مما تحويه أنواع المجرات الأخرى

اتحقق

أحدد أنواع المجرات الحلزونية تبعا لشكل النواة في مركزها.

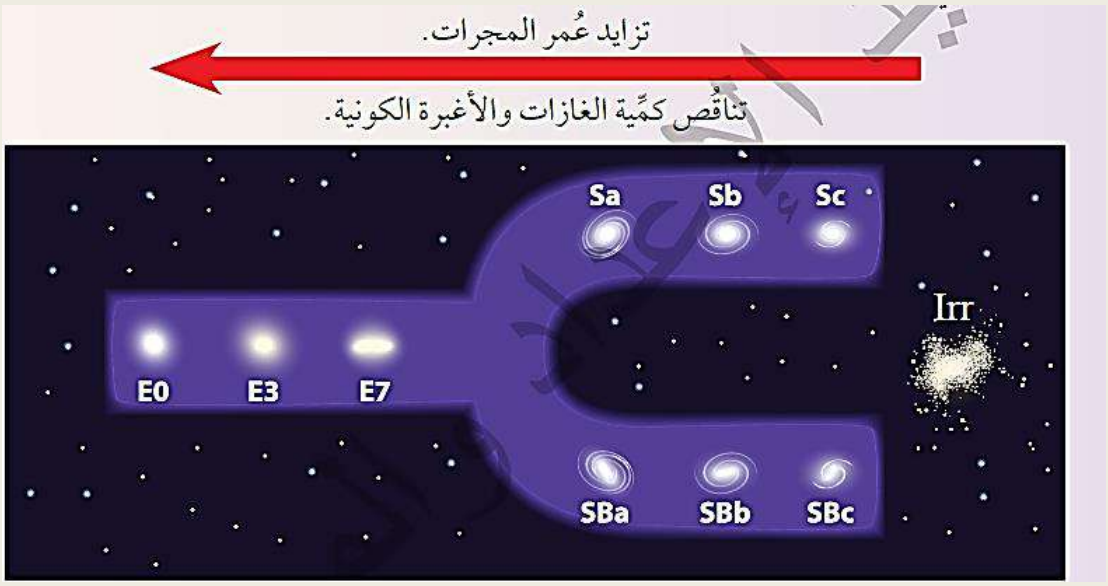
1. المجرات الحلزونية كروية النواة التي يرمز إليها بالرمز (S).
2. المجرات الحلزونية خطية النواة التي يرمز إليها بالرمز (SB)

رتب العالم هابل المجرات الإهليليجية و الحلزونية و غير المنتظمة في مخطط بين العلاقة بينها، أنفذ النشاط الآتي لتعرف مخطط هابل في تصنيف المجرات.

نشاط " تصنيف المجرات "

يمثل الشكل الآتي مخططا صممه العالم هابل لدراسة مختلف أنواع المجرات: (الإهليليجية، و الحلزونية، و غير المنتظمة).

أتأمل المخطط جيدا، ملاحظا أشكال المجرات فيه، و كيفية ترتيبها، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1. أتوقع الاسم الذي أطلقه العالم الفلكي إدوين هابل على المخطط تبعا لشكله.

مخطط الشوكة الرنانة .

2. أبين رمز المجرة التي لها نواة كروية في المركز، و أذرعها شديدة الانفتاح.

Sc

3. أقارن بين المجرتين: SBa و Sb من حيث شكلها، و كمية الغازات فيها، و عمرها.

وجه المقارنة	SBa	Sb
الشكل	مجرة حلزونية خطية المركز	مجرة حلزونية كروية المركز
كمية الغازات	أقل كمية غازات	أكثر كمية غازات
العمر	أكبر عمرا	أصغر عمرا

4. أصف المجرة E0 من حيث العمر، و كمية الغازات و الأغبرة الكونية التي تحويها.

مجرة إهليليجية و تعد أكبر المجرات عمرا و تحوي كميات قليلة من الغازات و الأغبرة الكونية.

نستنتج أن :

- ✓ يُطلق على مخطط هابل لتصنيف المجرات اسم مخطط الشوكة الرنانة Hubble's Tuning Fark Diagram
- ✓ يبين المخطط أن عُمر المجرات يزداد و أن كمية الغازات و الأغبرة الكونية فيها تقل كلما انتقلنا من المجرات غير المنتظمة إلى المجرات الإهليليجية.

مراجعة الدرس

1.الفكرة الرئيسة: أوضح مفهوم المجرة، محددًا أنواعها.

تجمع هائل من مليارات النجوم المختلفة في خصائصها، و الكواكب، و الأقمار، و الكويكبات، و المذنبات، و الغازات، و الأغبرة و السدم الكونية، التي يفصل بينها مسافات هائلة، تعد المجرات الوحدة الأساسية في بناء الكون، و ترتبط مكوناتها بعضها ببعض بقوى جاذبية، فتتحرك في الكون بوصفها وحدة واحدة.

2. أفسر : لماذا تتجمع النجوم في مركز مجرة درب التبانة؟

يفسر العلماء ذلك بوجود الثقب الأسود في مركز المجرة يعمل على جذبها نحو المركز.

3 أقارن بين المجرات القزمة و المجرات العملاقة من حيث عدد النجوم التي تحويها.

المجرات القزمة :يُطلق العلماء على المجرات التي يتراوح عددها بين 1000 نجم و عدة ملايين من النجوم .

المجرات العملاقة: المجرات التي تتكون من مليارات النجوم.

3. أصف كيف نشأت مجرة درب التبانة بحسب اعتقاد العلماء.

يعتقد العلماء أن مجرة درب التبانة نشأت من اندماج مجرتين حلزونيتين: إحداهما قزمة حديثة، والأخرى قديمة أكبر حجما، و ذلك قبل 13 billion yearsتقريبا.

5. أدرس الشكل الآتي الذي يبين مجرة درب التبانة، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ . أبين عدد الأذرع في المجرة.

أربعة أذرع (برشاوش،قنطورس،القوس، الجبار)

ب. أصف شكل النواة في مركز المجرة.

نواة خطية على شكل أسطوانة

ج أرسم الشمس في موقعها في المجرة مراعياً أبعاد كل نهما.

يترك رسم موقع الشمس للطالب.

د . أصف حركة الأذرع الحلزونية حول مركز المجرة.

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

6. أصنف المجرات بحسب أشكالها.

مجرات إهليليجية (بيضوية)، و مجرات حلزونية، و مجرات غير منتظمة .

7. أبين خصائص مجرة درب التبانة من حيث نوعها، و شكل النواة فيها، و شدة انفتاح أذرعها.

تعد مجرة درب التبانة مجرة حلزونية خطية النواة ذات أذرع متوسطة الانفتاح.

8. أقارن بين أنواع المجرات الثلاث الرئيسة من حيث العمر، و كمية الغازات في كل منها.

نوع المجرة	العمر	كمية الغازات فيها
غير منتظمة	أصغر المجرات عمراً	أكبر كمية غازات
الحلزونية	متوسطة العمر	متوسطة
الإهليليجية	أكبر المجرات عمراً	أقل كمية غازات

9. أحدد رمز المجرة التي تحوي أكبر كمية من الغازات، و الأغبرة الكونية.

المجرة غير المنتظمة Irr.

10 .أفسر: كمية الغازات و الأغبرة الكونية في المجرات الحلزونية أقل منها في المجرات غير المنتظمة.

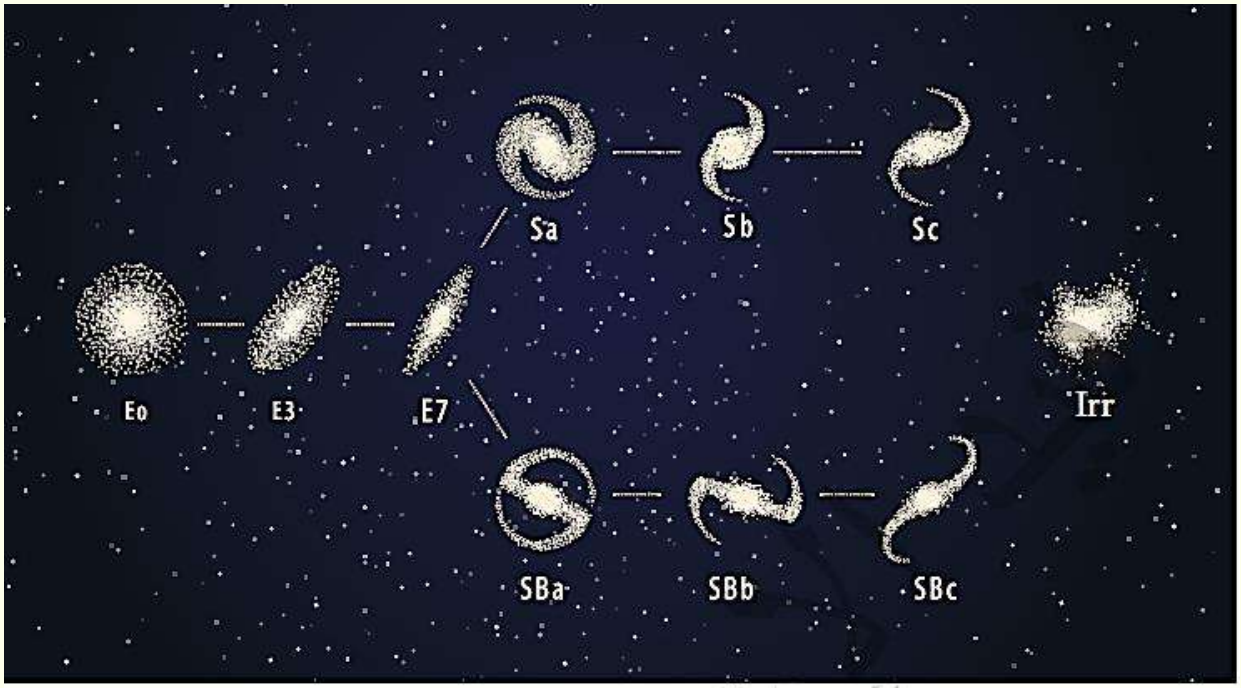
أن عُمر المجرات يزداد و أن كمية الغازات و الأغبرة الكونية فيها تقل كلما انتقلنا من المجرات غير المنتظمة إلى المجرات الإهليليجية.

11. أوضح العلاقة بين شده استطالة المجرة الإهليليجية و عمرها.

علاقة عكسية ، كلما قلت شدة استطالة المجرة الإهليليجية ازداد عمرها

12. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

أتامل الشكل الآتي الذي بين مخطط الشوكة الرنانة، ثم أجيب عن الفقرات: (1,2,3).



1 .رمز المجرة الذي يمثل مجرة درب التبانة هو:

أ.E7 ب. Sa ج. SBb د. Irr

2. الرمز الذي يمثل أكبر المجرات عمرا هو:

أ.E3 ب. Sc ج. SBb د. E0

3. الترتيب الصحيح من الأحدث إلى الأقدم للمجرات(E0:, E3, SBa, Sc,Irr) من اليسار إلى اليمين هو :

أ.E3, SBa, Sc, Irr, E0

ب.Irr, SBa, Sc, E3, E0

ج.Irr, Sc, SBa, E3, E0

د.SBa, Sc, E3, E0, Irr

4. تصنف مجرة درب التبانة إلى مجرة:

أ. إهليليجية شديدة الاستطالة ب .حلزونية كروية النواة.

ج. إهليليجية قليلة الاستطالة. د . حلزونية خطية النواة

5. قسمت المجرات الإهليليجية ثماني فئات من (E0 - E7) اعتمادا على:

1. مقدار سطوعها. ب .عدد النجوم داخلها.

ج. درجة استطالتها. د . النسبة بين حجومها إلى حجم مجرة درب التبانة.

الدرس الثاني : توسع الكون

الفكرة الرئيسة:
تتباعد المجرات بعضها عن بعض و تظهر أطيافها انزياحا نحو الأحمر.

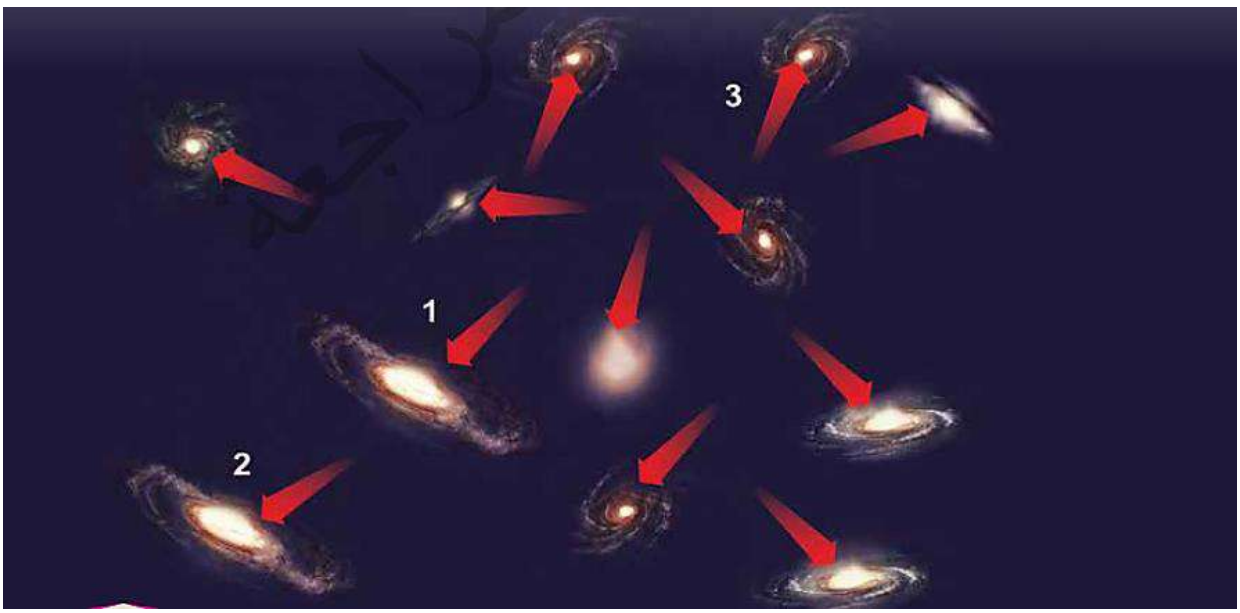
تباعد المجرات Moving Away of Galaxies

- **تعلمتُ في صفوف سابقة أن الكون : يشمل الفضاء، و ما يحويه من مادة و طاقة.**
- **مم يتكون الكون ؟**

من مليارات المجرات، و ما فيها من نجوم ، و كواكب، و مذنبات، و كويكبات، و غير ذلك.

- **عندما درس العلماء الكون:**
  - **قدموا تفسيرا عن كيفية نشأته، و زمن بدايته و نهايته.**
  - **لاحظوا أن المجرة تتحرك فيه بشكل مستقل بوصفها وحدة واحدة و أن المجرات تبتعد بعضها عن بعض بسرعات مختلفة، أنظر الشكل (9).**
- **كيف استدل العلماء أن المجرات تتحرك مبتعدة عنا؟**

بدراسة الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية المنبعثة من المجرات إذ لاحظوا أن أطيافها تتزاح نحو الأحمر .



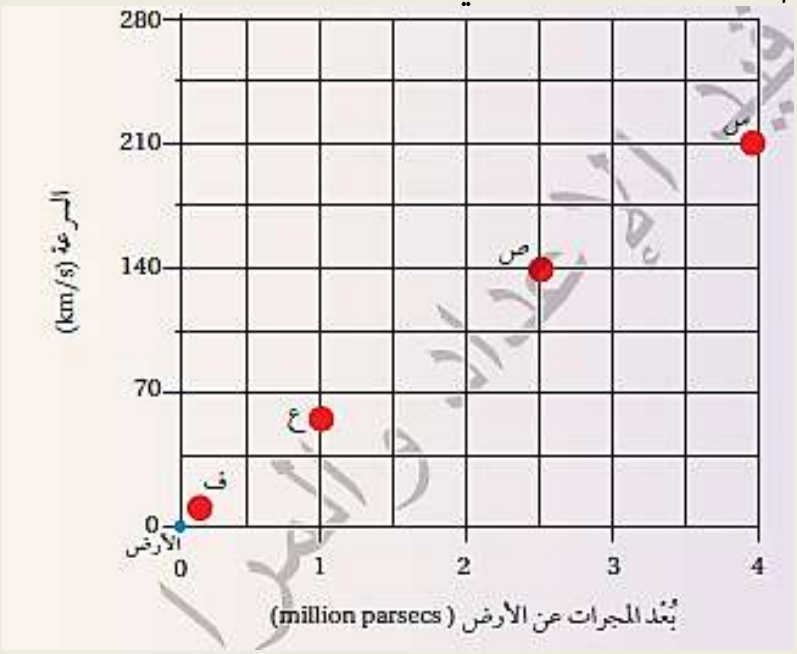
الشكل (9): تحرك المجرة في الكون بوصفها وحدة واحدة، وابتعاد المجرات بعضها عن بعض.

آصف كيف تتحرك المجرة (1) نسبة إلى حركة المجرة (2) والمجرة (3)
تتحرك المجرة (1) نسبة إلى حركة المجرة (2) : تقارب
تتحرك المجرة (1) نسبة إلى حركة المجرة (3) : تباعد

نشاط

" تباعد المجرات "

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



التحليل و الاستنتاج:

1. أحدد المسافة التي تبعدها المجرة (ص) عن الأرض.

المجرة (ص) تقع عند قيمة على المحور الأفقي تساوي 2.5 مليون فرسخ فلكي

2 أبين أي المجرات تتحرك بسرعة أكبر : (س)، أم (ص)، أم (ع)، أم (ف)؟

بمقارنة القيم على المحور الرأسي (السرعة km/s):

ف ≈ 20 km/s ع ≈ 60 km/s ص ≈ 140 km/s س ≈ 210 km/s

أكبر سرعة هي للمجرة (س).

3. أتوقع: عند تحليل الطيف الكهرمغناطيسي الصادر عن المجرتين: (س) و(ف)، لوحظ أن الطيف الكهرمغناطيسي للمجرة (س) ينزاح نحو الطول الموجي الأطول. أفسر ذلك.

انزياح الطيف الكهرمغناطيسي للمجرة (س) نحو الطول الموجي الأطول يدل على أن:

المجرة تبتعد عن الأرض بسرعة كبيرة.

كلما ابتعد المصدر الضوئي، تتمدد الموجات الضوئية و يزداد طولها الموجي.

السبب: حركة ابتعاد المجرة (س) عن الأرض بسرعة عالية، وهو ما يعرف بـ الانزياح نحو الأحمر .

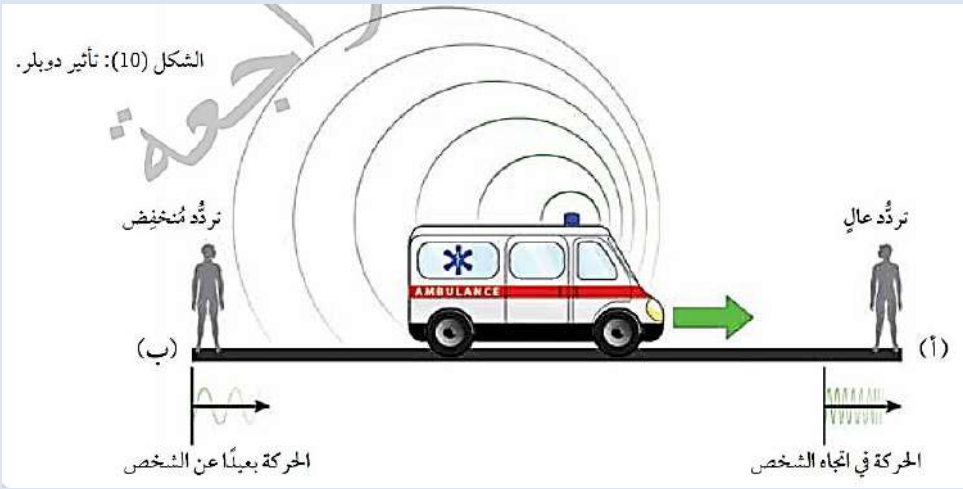
4.استنتج العلاقة بين سرعة المجرات و بعدها عن الأرض و انزياحها نحو الطول الموجي الأطول (نحو الأحمر).

كلما زادت المسافة بين المجرة والأرض زادت سرعة ابتعادها و ازداد انزياح طيفها نحو الطول الموجي الأطول (الأحمر)

يلاحظ من الشكل (10) :

1. أنه عند اقتراب سيارة الإسعاف من الشخص عند النقطة (أ) يزداد تردد الموجات الصوتية الصادرة منها، و يقل طولها الموجي.
2. في الجهة المقابلة، أنه عند ابتعاد سيارة الإسعاف عن الشخص عند النقطة (ب)فإن الموجات الصوتية ، فيقل ترددها، و يزداد طولها الموجي.

في ما يعرف بتأثير دوبلر Doppler Effect.



الشكل (10): تأثير دوبلر.

اعتمد العلماء تأثير دوبلر في دراسة موجات الضوء (الطيف الكهرمغناطيسي المرئي) الصادرة من الأجسام المختلفة، و لاحظوا أنه:

- إذا كان مصدر الضوء يتجه بعيدا عنا، فإن الموجات التي تصلنا منه في (1s) تكون قليلة العدد؛ أي ذات تردد منخفض وطول موجي طويل.

ملاحظة : من المعلوم أن ألوان الطيف المرئي تتراوح بين اللون الأزرق و اللون الأحمر

- يُمثل اللون الأحمر الموجات ذات الطول الموجي الطويل (تردد منخفض).
- يمثل اللون الأزرق الموجات ذات الطول الموجي القصير (تردد عال).

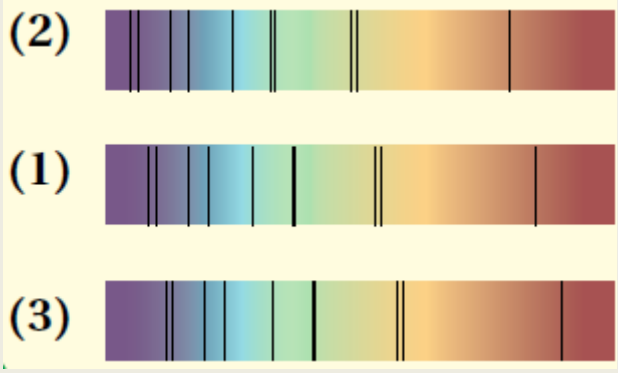
- لما كانت الموجات المرئية (مصدر الضوء) تبتعد عنا بفعل تأثير دوبلر، و تميل إلى الطول الموجي الطويل، فإنها تميل إلى الأحمر.
- كلما اقتربت منا الموجات المرئية (مصدر الضوء)، زاد عدد الموجات التي تصلنا منها، أي أن ترددها يزداد، و طولها الموجي يقل هذا يعني أن الموجات المرئية القصيرة تميل إلى الأزرق.

لذلك عندما تبتعد المجرات عنا، فإن تردد موجات الطيف الكهرمغناطيسي المرئي الذي سترصده الأجهزة المختلفة سيكون أقل، و سيكون طوله الموجي أكبر أي أنه ينزاح نحو الأحمر، فتقول إن المجرات التي تبتعد عنا تنزاح أطيافها النحو الأحمر.

أتحقق

أوضح المقصود بتأثير دوبلر.

ظاهرة سميت نسبة إلى العالم دوبلر، و فيها يظهر تغير تردد الصوت لجسم متحرك طوله الموجي اعتمادا على اتجاه حركته بالابتعاد عنا أو بالاقتراب منا.



أفكر : أتأمل الشكل التالي الذي يمثل ثلاثة أطياف رصدت لثلاثة أجرام سماوية (3،2،1)، و يلاحظ في كل طيف وجود خطوط معتمة تظهر عند أطوال موجية معينة تسمى طيف الامتصاص، و تنتج من امتصاص الغازات في الفضاء الخارجي للضوء الصادر من الجرم السماوي المتجه نحو الأرض. إذا علمت أن الجرم (1) يُمثل حالة الثبات، فأي الأجرام تتحرك مقتربة منه؟ و أيها تتحرك مبتعدا عنه؟ أبين سبب ذلك.

الجرم (1): ثابت بالنسبة للأرض.

الجرم (2): يتحرك مقتربًا من الأرض ← بسبب الانزياح نحو الأزرق.

الجرم (3): يتحرك مبتعدًا عن الأرض ← بسبب الانزياح نحو الأحمر.

افكر

لماذا تنزاح أطياف المجرات نحو الأحمر ولا تنزاح أطيافها نحو الأزرق؟

انزياح أطياف المجرات نحو الأحمر دليل على تمدد الكون وابتعاد المجرات عن بعضها البعض.

سرعة المجرات Galaxies Velocity

درس العالم إدوين هابل الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية المنبعثة من بعض المجرات التي تبعد عن الأرض مسافات مختلفة، و قد تبين له أن المجرات تتحرك مبتعداً عنا، و أن بعضها يبتعد عن بعض وفقا لتأثير دوبلر، و توصل إلى علاقة تربط بين بعد المجرة عنا و سرعتها .

قانون هابل الذي ينص على أن " سرعة تباعد المجرات تتناسب تناسبا طرديا مع بعدها عنا " أي إنه كلما كانت المجرة أبعد، زادت سرعة ابتعادها عنا. وتكتب هذه العلاقة رياضيا وفق القانون الآتي:

$$v=H_0 x d$$

حيث :

v : سرعة تباعد المجرة بوحدة (km/s).

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

d : بُعد المجرة عنا بوحدة مليون فرسخ فلكي "(Mpc).

يعرف الفرسخ الفلكي Parsee بأنه: وحدة قياس المسافات الكبيرة بين النجوم و المجرات، و هو يساوي $3.26 \text{light years} = 3.1 \times 10^{13} \text{ km}$

أتحقق

أوضح: كيف استدل العلماء على أن المجرات تبتعد عن الأرض؟

إن المجرات التي تبتعد عنا تنزاح أطيافها النحو الأحمر.

مثال :

مجرة تبعد عنا مسافة ($99X10^6$light years)، أحسب سرعة تباعدها، علما بأن ثابت هابل يقدر بنحو (70km/s/ Mpc) ومفترضا أن الفرسخ الفلكي هو(3.3 light years).

الحل

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

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

$? = 99 \times 10^6 \text{ light years}$

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

ثانيا: أحول المسافة من وحدة الفرسخ الفلكي (pc) إلى وحدة مليون فرسخ فلكي (Mpc) بالقسمة على 10^6.

ثالثا: أعرض في القانون الآتي: $v=H_0 x d$

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

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

تمرين ؟

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

$d=v/H_0$

$= 15400 / 70$

$= 220$ Mpc

و بالتحويل إلى الفرسخ الفلكي :

1Mpc = 10^6 فرسخ فلكي

$= 220$ Mpc $= 220 \times 10^6 = 2.2 \times 10^8$ pc

توسع الكون Expansion of the Universe

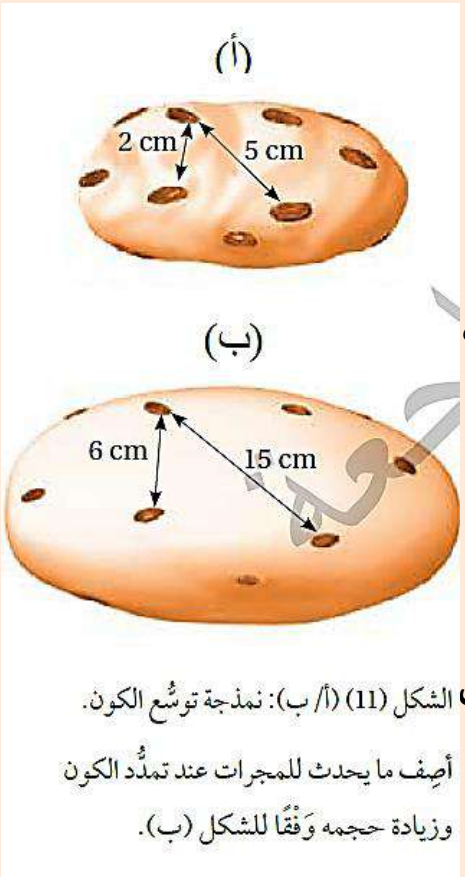
استدل العلماء بحركة المجرات و تباعد بعضها عن بعض على أن الكون يتوسع.

قد يتبادر إلى أذهاننا أحيانًا أن الأرض هي مركز الكون، و أن الكون يبتعد عنا، لكن هذا ليس صحيحًا؛ فلو وقف راصد في مكان آخر من الكون، أو في مجرة أخرى، فإنه سيلاحظ الشيء نفسه، و إن الكون يبتعد عنه.

لنمذجة توسع الكون، يمكن استخدام عجينة تمثل الفضاء، و حبات من الزبيب متناثرة عليها تمثل المجرات، أنظر الشكل (أ/11).

إن ما يحدث لحبات الزبيب عند خبز العجينة يشبه تماما توسع الكون، فحبات الزبيب يتباعد بعضها عن بعض من دون أن تتحرك فعليا، و إن تمدد العجينة و زيادة حجمها عند خبزها هو سبب تباعدها، أنظر الشكل (11/ب).

إذ تتباعد جميع الحبات بعضها عن بعض، وكذلك المجرات في الكون، يبتعد بعضها عن بعض بوصفها جميعًا وحدة واحدة، لأن مادة الكون (الفضاء) تتمدد هذا يعني أن المجرات كانت أقرب إلى بعضها يوما ما، و هذا قاد العلماء إلى تفسير نشأة الكون بنظريات عدة سأتعرفها لاحقا.



الشكل (11) (أ/ ب): نمذجة توسُّع الكون.

أصِف ما يحدث للمجرات عند تمدُّد الكون وزيادة حجمه وَفْقًا للشكل (ب).

أتحقق

أوضح: كيف استدل العلماء على أن المجرات تبتعد عن الأرض؟

إن المجرات التي تبتعد عنا تنزاح أطيافها النحو الأحمر.

مراجعة الدرس

1.الفكرة الرئيسة: أقوم العبارة الآتية: "تظهر الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية المرصودة من المجرات انزياحًا نحو طول الموجة القصير "

"تظهر الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية المرصودة من المجرات انزياحًا نحو طول الموجة الطويل "

2. أرجع إلى الشكل (9)، ثم أصوغ المعلومات التي أستنتجها منه بجمل علمية دقيقة.

تتحرك المجرات في الكون مبتعدة عن بعضها البعض .

3. أدرس الجدول الآتي الذي يمثل مجموعة المجرات (1،2،3،4)، و شدة انزياح أطيافها نحو الأحمر، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه، علما بأن طول السهم يشير إلى شدة الانزياح نحو الأحمر:

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

أ. أحدد الرقم الذي يمثل أبعد مجرة. المجرة 2

ب أرتب المجرات: (1، 2، 3، 4) في الجدول تصاعديا بحسب سرعة تباعدها عنا. 2/3/1/4

ج. أحسب بعد المجرة (3) عنا، علما بأن سرعة تباعدها هي 46200 km/s و ثابت هابل هو (70km/s/Mpc).

$V=H_0 \times d$

$46200 = 70 \times d$

$d= 46200/70 = 660Mpc$

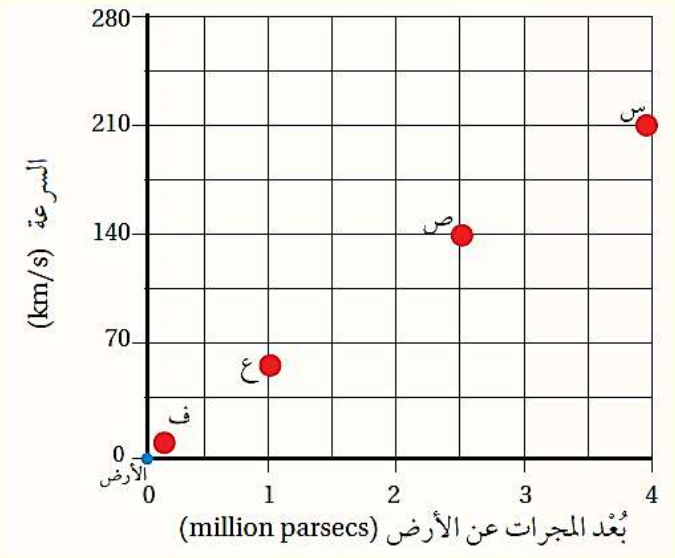
5.أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1 .لاحظ العلماء عند دراسة الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية للمجرات أن المجرات:

أ. تتحرك مقتربة منا. ب التحرك مبتعدا عنا.

ج ثابتة لا تتحرك. د. تدور حول مجرة درب التبانة.

يمثل الشكل الآتي مجموعة من المجرات: (س، ص، ع، ف) التي تبعد مسافات مختلفة عن الأرض. أدرسه، ثم أجيب عن الفقرات:



2 . لوحظ أن الطيف الكهرمغناطيسي المرئي للمجرة (س) ينزاح نحو اللون الأحمر، فذلك يعني أنها:

أ . تقترب من الأرض. ب. تبتعد عن الأرض.

ج. تدور حول الأرض بسرعة ثابتة د. ثابتة لا تتحرك.

3. ما العلاقة بين سرعة المجرات و بعدها عن الأرض وفقا للمعلومات الواردة في الشكل ؟

أ - المجرات الأقرب للأرض تتحرك بسرعة أكبر.

ب المجرات الأبعد عن الأرض تتحرك بسرعة أكبر.

ج. لا توجد علاقة بين بعد المجرات عن الأرض و سرعتها.

د. كل المجرات تتحرك بالسرعة نفسها بصرف النظر عن بعدها عن الأرض.

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

1 . ذات تردد منخفض وطول موجي طويل.

ب. ذات تردد منخفض وطول موجي قصير

ج ذات تردد عال و طول موجي طويل.

د . ذات تردد عال و طول موجي قصير.

5. ما سرعة تباعد مجرة تبعد عنا مسافة (33×10^6light years)، علما أن ثابت هابل = (70km/s/Mpc) مفترضا أن الفرسخ الفلكي (3.3light year)

أ. 700 km/s ب.2310 km/s

ج. $231X10^6$ km/s د..231 km/s

الدرس الثالث : تسارع توسع الكون

الفكرة الرئيسة:
تمكن العلماء من حساب عمر الكون التقريبي باستخدام قانون هابل و إثبات أن الكون يتوسع متسارعا بفعل الطاقة المظلمة التي تملأ الفضاء.

تسارع توسع الكون

- **يعد انزياح الأطياف الكهرمغناطيسية المرئية للمجرات نحو الأحمر :**
  - ✓ دليلا على تباعدها عنا و عن بعضها بعضا.
  - ✓ دليلًا أيضًا على توسع الكون.
- **فسر** : افترض العلماء أن سرعة توسع الكون ستقل مع الزمن ؟

  بسبب قوى التجاذب الكبيرة بين مكوناته المادية من مجرات و نجوم و سدم وغيرها.
- البيانات و المشاهدات التي جمعت بمقراب هابل الفضائي عند رصده النجوم فوق المستعرة Supernova، أشارت إلى أن الكون يتوسع في الوقت الحالي بوتيرة أسرع مما كان عليه قبل مليارات السنين.
- **النجم المستعر** : نجم شديد السطوع يطلق طاقة تعادل الطاقة التي تصدرها الشمس خلال مدة حياتها، يتكون نتيجة انفجار نجم انفجارًا عظيما في مرحلة موته، أنظر إلى الشكل (12)

فكيف كشفت النجوم فوق المستعرة من تسارع توسع الكون؟ و ما السبب في ازدياد سرعة توسعه؟

الطاقة المظلمة Dark Energy

- **كيف تمكن العلماء من حساب معدل توسع الكون؟**

برصد الأطياف الصادرة عن النجوم فوق المستعرة في عدد من المجرات البعيدة جدا بمقراب هابل الفضائي، و هذا وفر لهم بيانات من شدة انزياح الأطياف الصادرة عنها نحو الأحمر و بعدها عنا، و استنادا إلى تلك البيانات تبين بأن الكون يتوسع مسارها بشكل لم يسبق له مثيل.

- **ما هو سبب تسارع توسع الكون ؟**

قد عزا العلماء سبب تسارع توسع الكون إلى الطاقة المظلمة.

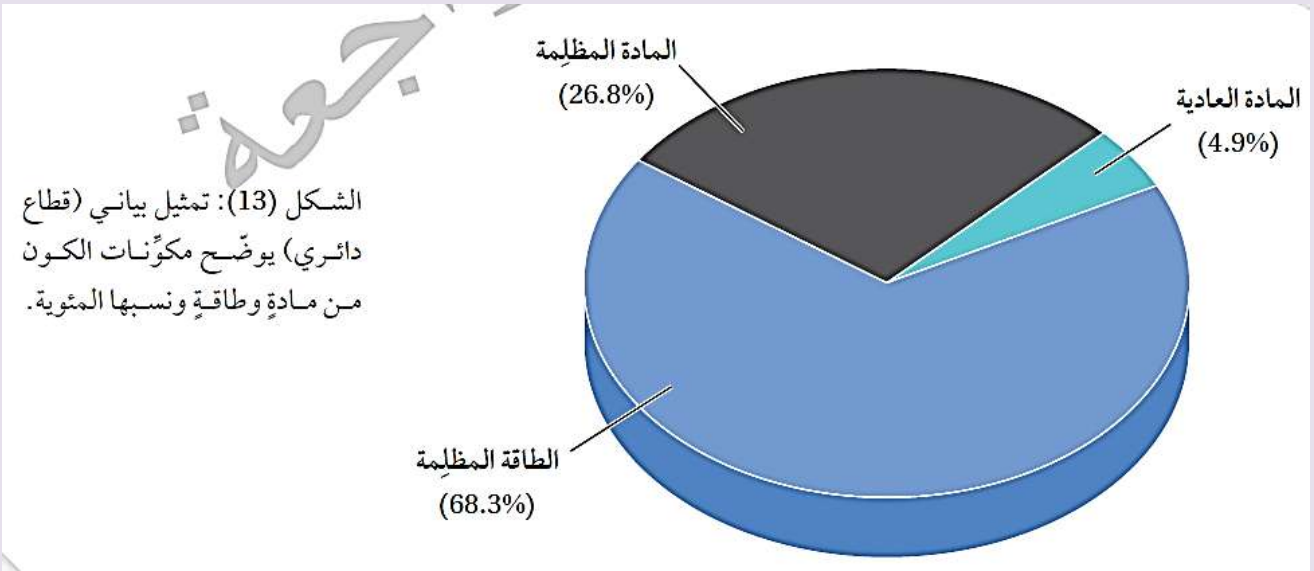
فما هذه الطاقة؟ وكيف تسهم في تسارع توسع الكون؟

- **الطاقة المظلمة Dark Energy** : أحد أشكال الطاقة غير المألوفة " لا نعرف طبيعتها " التي تملأ الفضاء، و يُعزى إليها التمدد السريع للكون، و تشكل هذه الطاقة (68.3 %) تقريبا من مكونات الكون.
- **الجزء المتبقي من مكونات الكون يتوزع بين مادتين:**

1. **المادة العادية (المألوفة) Ordinary Matter** : المادة التي تتكون من غازي الهيدروجين و الهيليوم و بقية العناصر المعروفة، وتشكل (4.9 %) من مكونات الكون.
2. **المادة المظلمة Dark Matter** : مادة غير مألوفة "لا نعرف طبيعتها" تشكل (26.8%) من مكونات الكون، أنظر الشكل (13).

- **كيف يمكن الاستدلال على وجود المادة المظلمة وتعرف خصائصها ؟**

عن طريق تأثيراتها الجاذبية في المادة العادية.



الشكل (13): تمثيل بياني (قطاع دائري) يوضّح مكوّنات الكون من مادةٍ وطاقةٍ ونسبها المئوية.

افكر

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

توصل العلماء أن الكون يتوسع متسارعًا بشكل لم يسبق له مثيل .

الربط بالتكنولوجيا

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

أفكر

لم يُكشف عن طبيعة المادة المظلمة أو الطاقة المظلمة ؛ فكيف يُستدلّ على وجودهما؟

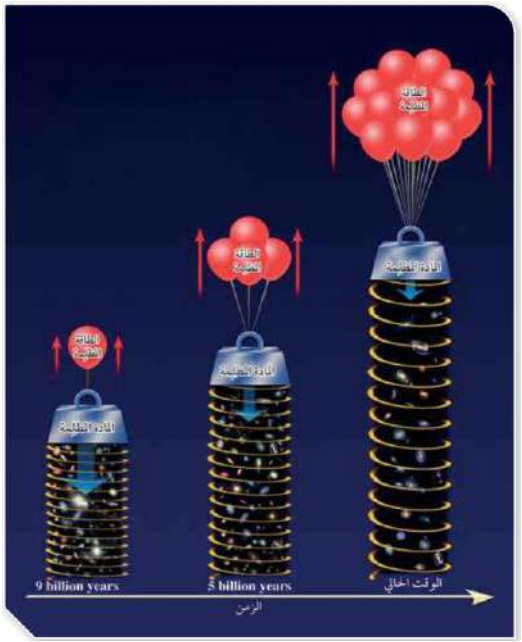
من خلال تأثير الجاذبية في المادة العادية و توسع الكون بشكل متسارع .

❖ **قارن بين المادة المظلمة و الطاقة المظلمة من حيث نوع القوة لكل منهما .**

- **تعمل المادة المظلمة بوصفها قوة جاذبة تربط مكونات الكون من نجوم و مجرّات معا و هذا يبطئ من معدل توسع الكون .**
- **تعمل الطاقة المظلمة بوصفها قوة تُباعد بين المجرات و من ثم توسع الكون. أنظر الشكل (7).**

فسر تسارع توسع الكون اعتماداً على المادة المظلمة و الطاقة المظلمة .

- ✓ **في المراحل الأولى من عمر الكون كان تأثير المادة المظلمة أكبر بكثير من تأثير الطاقة المظلمة التي كان أثرها قليلا في توسع الكون.**
- ✓ **بازدياد عمر الكون و توسعه قل تأثير المادة المظلمة و ازداد تأثير الطاقة المظلمة التي تباعد بين المجرات بسرعة أكبر، ما يفسر تسارع توسع الكون.**



الشكل (7): تأثير كل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة في توسع الكون مع الزمن.

✓ **أتحقق**: أوضح المقصود بالطاقة المظلمة.

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

افكر

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

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

الربط بالفيزياء

- **ماذا افترض العالم ألبرت أينشتاين في عام 1917م في نظريته النسبية العامة ؟**

افترض نوعا من القوة الكونية البادئة، و أُطلق عليها اسم " الثابت الكوني" من أجل مواجهة قوة الجاذبية و تفسير الكون الذي كان يُفترض أنه ثابت (لا يتوسع و لا ينكمش).

- **هل يتعارض اكتشاف الطاقة المظلمة مع ما افترضه العالم أينشتاين ؟**

نعم، لأن الكون يتوسع متسارعا.

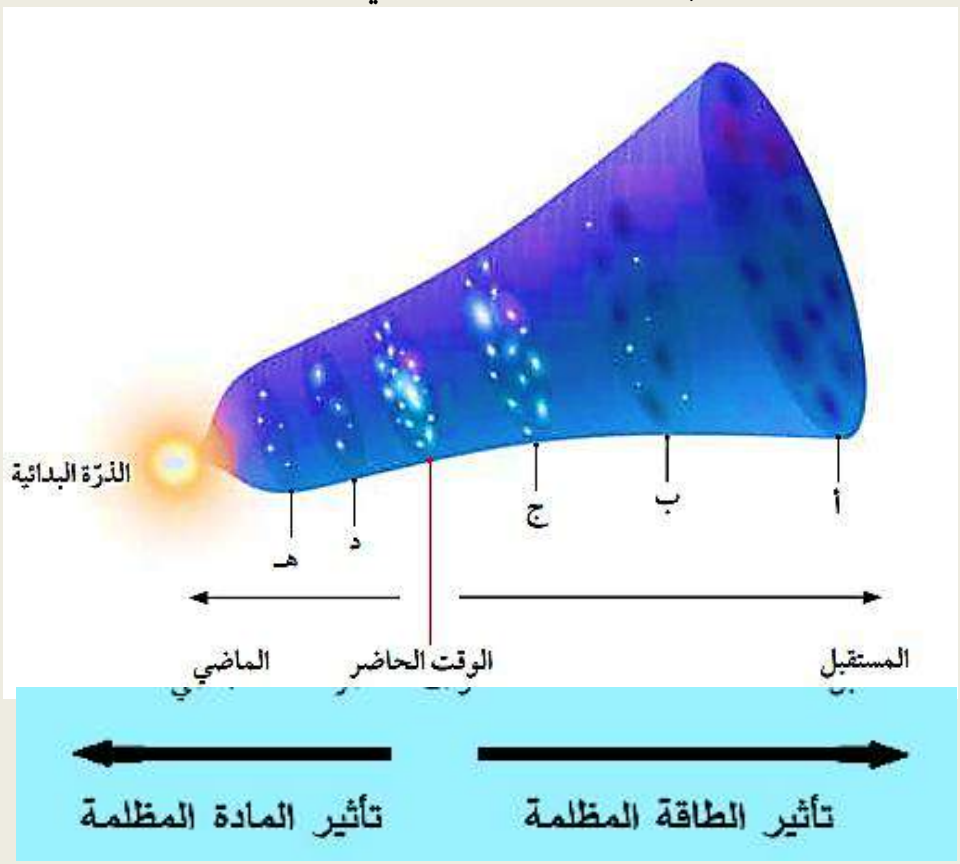
نشاط

" دور المادة المظلمة و الطاقة المظلمة في توسع الكون "

تحتوي أغلب المجرّات على مادة مظلمة لا تعكس الضوء أو تمتصه مثلما تفعل المادة العادية.

فسر : على الرغم من أننا لم نكتشف المادة المظلمة بعد في مختبرات البحوث العلمية، إلا أن وجودها أصبح معروفًا ؟ من خلال تأثيراتها الجاذبية.

لتعرّف الفرق بين المادة المظلمة و الطاقة المظلمة و أثر كل منهما في توسع الكون ، أدرسُ الشكل الآتي الذي يوضح نموذجا للكون، ثم أُجيب عن الأسئلة التي تليه:



التحليل والاستنتاج:

1. أُحدّد أي النقاط الآتية (أ، ب، ج، د) يكون عندها تأثير الطاقة المظلمة أكبر ما يمكن، و أبرر السبب.

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

2. أقارن 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. أُرتب النقاط (أ، ب، ج، د، هـ) تنازليا حسب تأثير المادة المظلمة في كلّ منها.(هـ،د،ج،ب،أ)

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

عمر الكون Age of the Universe

كيف تمكن العلماء من تقدير عمر الكون ؟

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

$$T = 1/ H_o$$

حيث:

T: هو عمر الكون التقريبي

H_o : هو ثابت هابل و تتراوح قيمته بين (68-80 km/s/pc) ، و قد قدّر العلماء متوسط قيمته بنحو (70 km/s/pc).

يُحسَب عمر الكون بالسنوات و أجزائها، مع العلم أن:

- **السنة = (3.1×10^7 s)**
- **الفرسخ الفلكي = ($3.1X\ 10^{13}$ km) و يساوي أيضا (3.26 lights years) و يُشار إلى (المليون فرسخ فلكي) بالرمز (Mpc) .**
- **قد قدّر العلماء عمر الكون بنحو (13.7 billion years) و قد يكون العمر الفعلي للكون أصغر أو أكثر ببضعة مليارات من السنين.**

الربط بالفلك

اذكر طرائق أُخرى تُستخدم في حساب عمر الكون؟

مثل استخدام إشعاع الخلفية الكونية، إذ يفترض علماء الفلك أن هذا الإشعاع ناتج من نشأة الكون، و من ثم يُتوقع أنه بوساطة دراسة توزيعه و كثافته و درجة حرارته و تردده، و طوله 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:

$T = 1/ H_o$

$= 1/70 km/s/Mpc$

أحول وحدة (Mpc) إلى (km)

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

أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)

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

أعوض في القانون

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

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

مثال(2) :

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

الحل:

$T = 1/ Ho$

أحول وحدة (Mpc) إلى (km)

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

أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)

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

أعوض في القانون:

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

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

✓ ألاحظ من الأمثلة السابقة : أنه كلما زادت قيمة ثابت هابل قل عمر الكون.

تمرين ؟

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

$T = 1/ Ho$

أحول وحدة (Mpc) إلى (km)

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

أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)

$1year = 3.1\times10^{7}$ s

أعوض في القانون:

$$13.5\ X10^{9} = \frac{1X3.1X10^{19}}{H_0X3.1X10^{7}}$$

$H_0 = 74Km/s/Mpc$

✓ اتحقق: أوضح كيف تمكن العلماء من حساب عمر الكون.

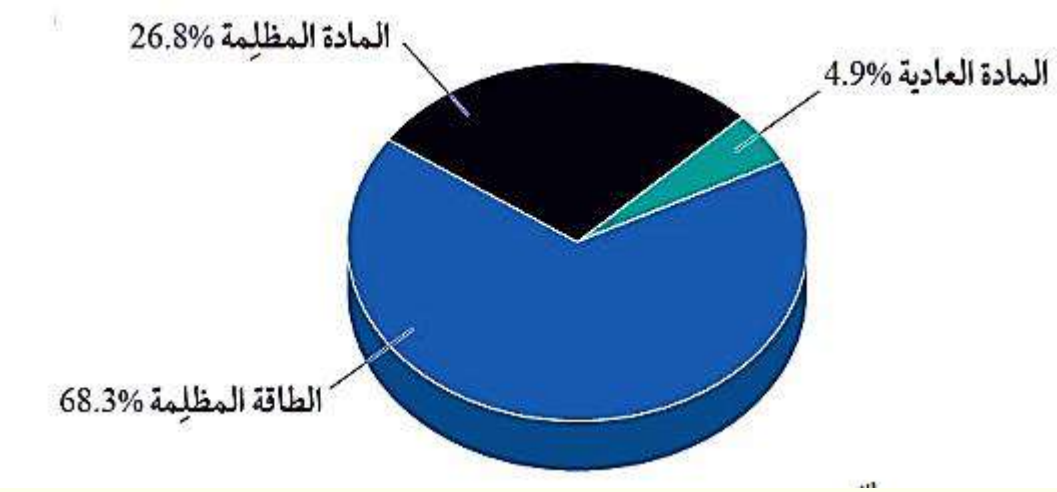
بحساب مقلوب ثابت هابل، وفق العلاقة الرياضية الآتية: $T = 1/ Ho$

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة :** أفسّر ازدياد سرعة توسع الكون على الرغم من قوة التجاذب الكبيرة بين مكونات الكون المادية.

بسبب تأثير الطاقة المظلمة التي تباعد بين المجرات .

2. أرسم مقطعًا بيانيًا يوضح نِسَبَ مكونات الكون من مادة و طاقة.



3. أتوقع ما سيحدث إذا ازدادت الطاقة المظلمة ازديادا متسارعا مع توسع الكون، و سيطرت في النهاية على المادة المظلمة.

سيتوسع الكون بشكل متسارع جداً لم يسبق له مثيل .

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

$T = 1/ Ho$

أحول وحدة (Mpc) إلى (km)

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

أحول وحدة (s) إلى (years) للحصول على عمر الكون بوحدة (years)

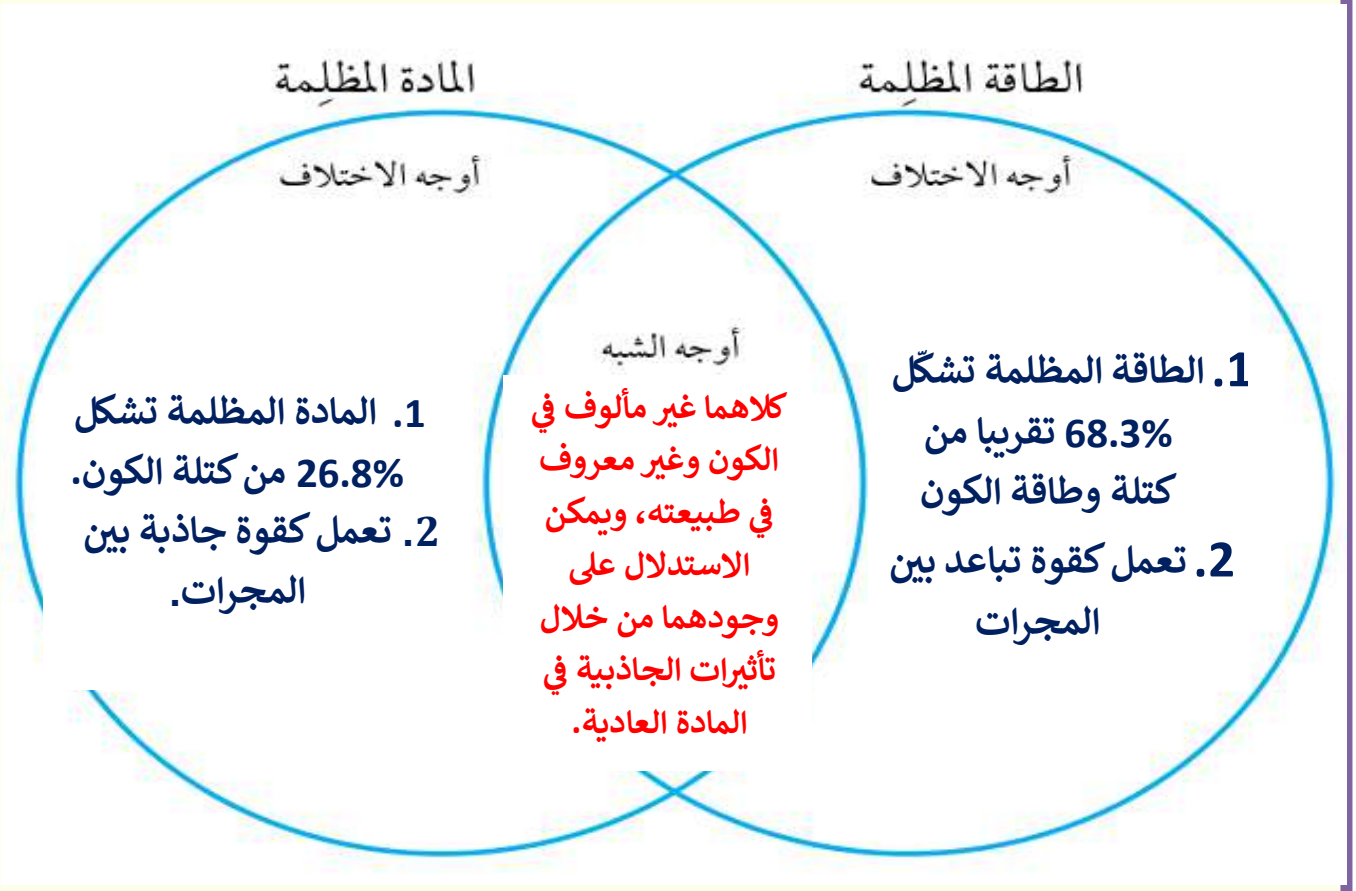
$1year = 3.1\times10^{7}$ s

أعوض في القانون:

$$T = \frac{1 \times 3.1\times10^{19}}{80 \times 3.1\times10^{7}}$$

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

5. أقارن بين الطاقة المظلمة و المادة المظلمة باستخدام شكل فن الآتي :



6 . أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. أشارت البيانات والمشاهدات التي جمعت بمقراب هابل الفضائي من رصده النجوم فوق المستعرة إلى أن الكون:

أ. يتوسع في الوقت الحالي بوتيرة أسرع مما كان عليه قبل مليارات السنين.

ب. يتوسع في الوقت الحالي بوتيرة أقل سرعة مما كان عليه قبل مليارات السنين.

ج. يتقلص بتأثير الجاذبية بمرور الوقت.

د. يتمدد و يتقلص دوريا.

2 .مادة غير مألوفة لا نعرف طبيعتها و تشكل ما نسبته (26.8 %) من كتلة الكون:

أ. إشعاع الخلفية الكونية

ب. المادة العادية.

ج. الطاقة المظلمة

د. المادة المظلمة.

3. أي العبارات الآتية تصف الطاقة المظلمة؟

أ.استدل عليها من زيادة قوى التجاذب بين المجرات.

ب . مسؤولة عن التمدد السريع للكون.

ج .تتكون من جسيمات معروفة مثل البروتونات و النيوترونات.

د. تشكل جزءا محدودا من مكونات الكون.

4. كيف تغير تأثير المادة المظلمة في توسع الكون بمرور الزمن؟

أ. قل تأثيرها تدريجيا مع توسع الكون.

ب .ازداد تأثيرها و أصبحت تسرع توسع الكون.

ج. ازداد و قل تأثيرها بصورة متكررة في مدد مختلفة.

د. تحولت تدريجيا إلى طاقة مظلمة أسهمت في تسارع توسع الكون.

5. كم يبلغ متوسط قيمة ثابت هابل بحسب تقديرات العلماء؟

أ.50 km/s/Mpc **ب 60 km/s/Mpc.**

ج.70 km/s/Mpc **ج 90 km/s/Mpc.**

الدرس الرابع : نظريات نشأة الكون

الفكرة الرئيسة :

وضع العلماء العديد من النظريات التفسير نشأة الكون منها نظريتا الكون المستقر و الانفجار العظيم، و تعد نظرية الانفجار العظيم أكثر النظريات قبولا عند العلماء.

الكون و علم الكون Universe and Cosmology

تعلمت سابقا أن :

- **المجرات** : وحدة بناء الكون الأساسية.
- **الكون** : كل ما هو موجود من مادة و طاقة بما في ذلك جميع الأجرام السماوية مثل المجرات والنجوم والكواكب، والفضاء الذي يحوي هذه المكونات جميعها.
- **علم الكون Cosmology** : العلم الذي يدرس المكونات و يبحث فيها : الكون، والفرضيات التي تفسر هذه النشأة.

وضع علماء الفلك نظريات عديدة حول أصل الكون و تطوره، منها:

1. نظرية الكون المستقر
2. نظرية الانفجار العظيم.

فكيف فسرت كلتا النظريتين نشأة الكون ؟ وأي النظريتين لاقت قبولا عند العلماء؟

نظرية الكون المستقر Steady State Theory

- تنص نظرية الكون المستقر على أن "الكون ازلي ليس له بداية أو نهاية، وأن الكون يتوسع باستمرار مع احتفاظه بمتوسط كثافة ثابت و خصائص لا تتغير بمرور الوقت".
- ماذا تفترض هذه النظرية؟

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

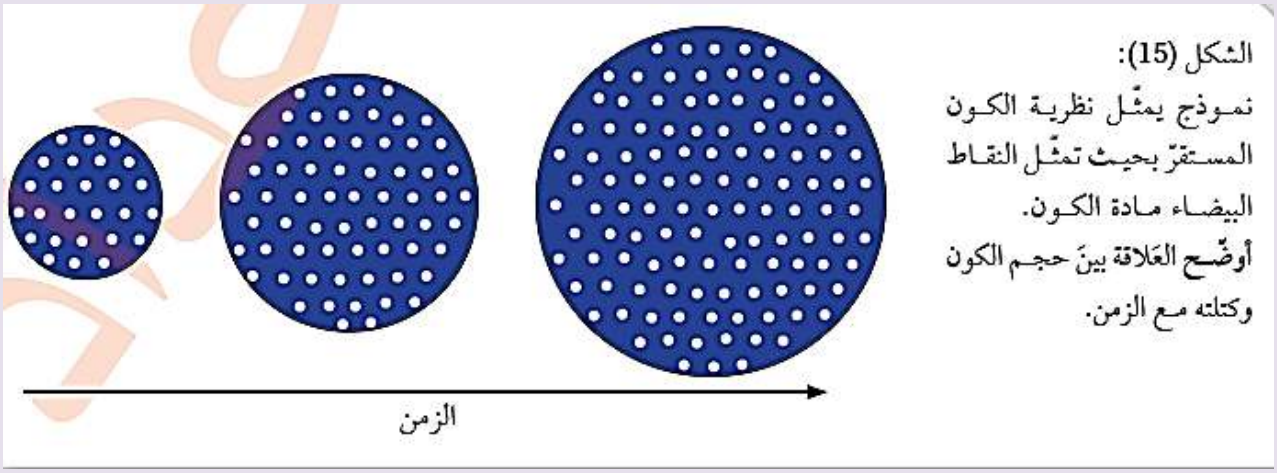
- ماذا يفترض مؤيدو هذه النظرية ؟

بأن الكون ثابت و متماثل في خصائصه عند النظر إليه الآن أو في الماضي أو في المستقبل "الكون دائما يبدو كما هو "، و المادة التي تكون مجرتنا هي المادة نفسها التي تكون المجرات الأخرى، سواء أكانت هذه المجرات قريبة منا أم بعيدة عنا، أنظر الشكل (15).

الشكل (15) : نموذج يمثل نظرية الكون المستقر بحيث تمثل النقاط البيضاء مادة الكون

أوضح العلاقة بين حجم الكون و كتلته مع الزمن.

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



الشكل (15):
نموذج يمثّل نظرية الكون المستقرّ بحيث تمثّل النقاط البيضاء مادة الكون.
أوضّح العَلاقة بينَ حجم الكون وكتلته مع الزمن.

فسر :سبب رفض نظرية الكون المستقر على الرغم من دعم العديد من علماء الفلك نظرية الكون المستقر خلال فترة الخمسينيات و الستينيات من القرن الماضي؟

ا كتشاف الكوازارات و اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية كانا سببين كافين لرفضها.

الشكل (16): الكوازارات مجرّات نشطة تقع على بُعد مسافات شاسعة من مجرّة درب التبّانة.

الكوازارات Quasars

الكوازارات Quasars: أنوية مجرات نشطة تصدر كميات هائلة من الطاقة، و تتميز بلمعانها الشديد، و تقع على بعد مسافات شاسعة من مجرة درب التبانة، و تزداد أعدادها كلما ابتعدت عنها باتجاه حافة الكون المرصود.

إن اكتشاف الكوازارات و رصدها بعيدا جدا باتجاه حافة الكون المرصود و عدم رصدها بالقرب منا يتعارض مع نظرية الكون المستقر التي تفترض تماثل الكون في كل مكان.

ماذا يدلّ توزّع الكوازارات في الكون ؟

على أن خصائص الكون سابقا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر.

✓ **أتحقق:**

أوضح الأسباب التي أدت إلى رفض نظرية الكون المستقر.

بسبب ظهور أدلة معارضة مثل اكتشاف الكوازارات و اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية

افكر:

أستنتج : لماذا وصفت نظرية الكون المستقرّ الكون بأنه ثابت و مستقر ؟

لأنها تفترض أن الكون ثابت ليس له بداية أو نهاية، و لأن الكون يتوسّع محتفظًا بمتوسط كثافة ثابت و خصائص لا تتغير بمرور الوقت.

الربط بالتكنولوجيا

استخدم علماء الفلك تقنيات عدة لرصد الكوازارات، منها :

1. تصوير مساحات كبيرة من الفضاء عن طريق مرشحات مختلفة الألوان ، ثم مقارنة الصور لتحديد موقع الأجسام ذات اللون الأكثر زُرقةً التي تمثل الكوازارات .
2. استخدام تقنية تعتمد على مسوح الأشعة السينية من الفضاء. ويعد علماء الفلك ارتفاع مستوى انبعاث الأشعة السينية مؤشرا على وجود الكوازارات.

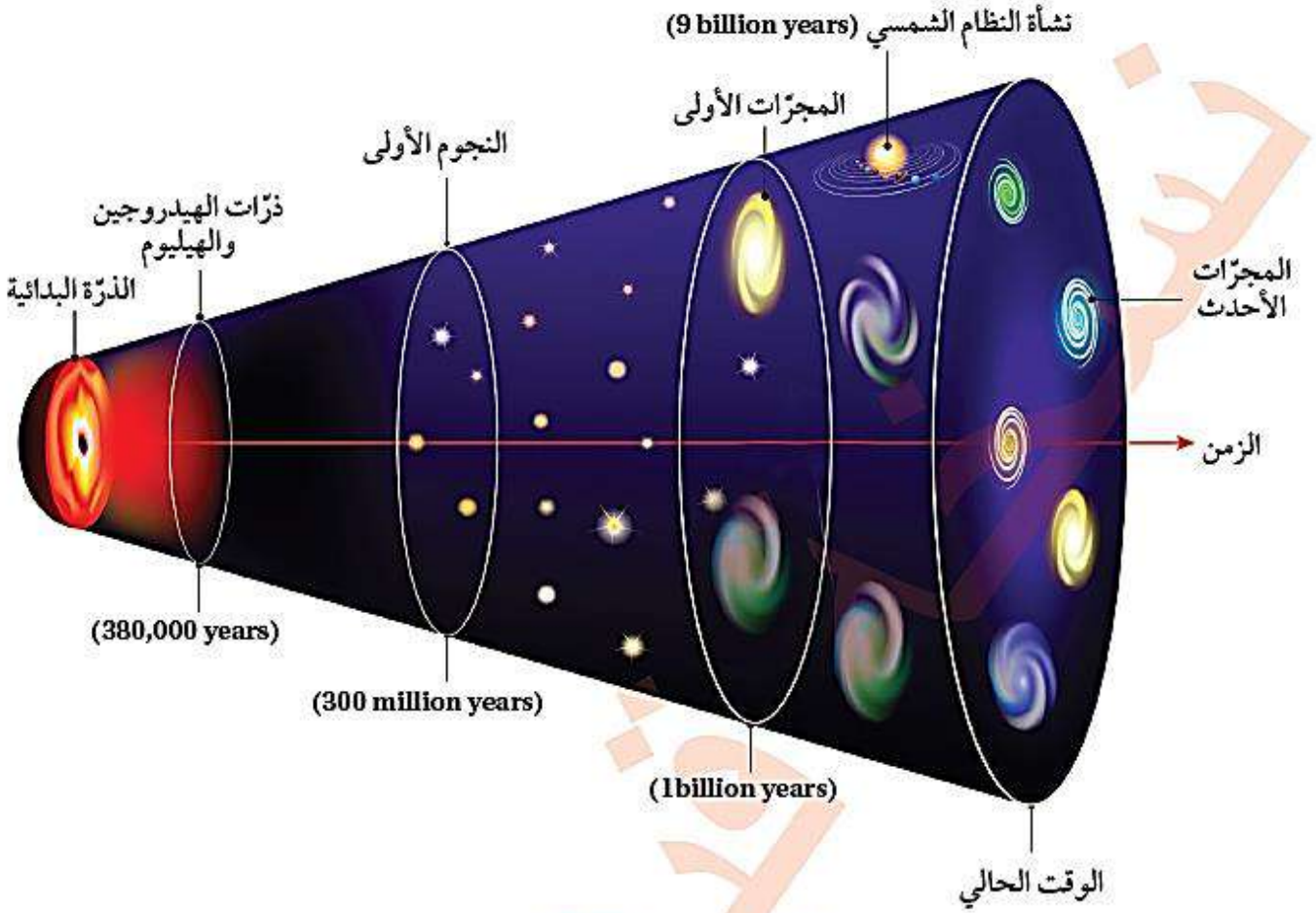
نظرية الانفجار العظيم The Big Bang Theory

تعد نظرية الانفجار العظيم أكثر النظريات قبولا لدى العلماء في تفسير نشأة الكون.

مفهوم نظرية الانفجار العظيم Concept of Big Bang Theory

- **ما هو نص نظرية الانفجار العظيم The Big Bang Theory ؟**

"أن الكون في بداية نشأته كان موجودًا في حيز صغير يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية و حرارتها العالية جدا، و بقدرة الله تعالى انفجرت انفجارًا عظيما أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها و بدأ تشكل الكون و توسعه إلى أن صار على هيئته المعروفة في هذا الوقت" أنظر الشكل (17).



الشكل (17): تطوّر مادة الكون وَفق نظرية الانفجار العظيم.
أصف ماذا يحدث لحجم الكون مع الزمن.

أصف ماذا يحدث لحجم الكون مع الزمن. يزداد حجم الكون مع الزمن .

أفكر

أتوقع ماذا سيحدث لدرجة حرارة الكون و كثافته - بعد مضي (1 billion years) من الآن، وفقا لنظرية الانفجار العظيم.

ستقل درجة حرارة الكون و كثافته - بعد مضي (1 billion years) من الآن .

✓ **أتحقق: أوضح المقصود بنظرية الانفجار العظيم.**

أن الكون في بداية نشأته كان موجودًا في حيز صغير يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية و حرارتها العالية جدا، و بقدرة الله تعالى انفجرت انفجارًا عظيما أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها و بدأ تشكل الكون و توسعه إلى أن صار على هيئته المعروفة في هذا الوقت"

- **صف اللحظات الأولى من الانفجار العظيم ؟**

1. **يفترض العلماء أنه في اللحظات الأولى من الانفجار في زمن مقداره (10^{-43} s)**
2. **ارتفعت درجة الحرارة إلى قيم عالية جدا تصل إلى (10^{32+} K))**
3. **تُعد تلك المرحلة مرحلة غامضة لم يفسرها أي قانون فيزيائي لغاية الآن.**

- **مم تكونت مادة الكون في بداية نشأته ؟**

كانت مادة الكون في بداية نشأته تتكون من جسيمات بدائية - غير موجودة الآن - تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر، و مع الزمن و باستمرار توسع الكون و برودته بدأت العديد من الدقائق بالتكوّن مثل: الفوتونات، و النيوترونات، و الإلكترونات، و البروتونات.

- **متى تكونت الذرات ؟ و كم كانت درجة حرارة الكون وقت تكونها ؟**

تكونت الذرّات بعد مضي (380,000 years) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى (3000K)، ما سمح بتكون ذرات العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين و الهيليوم، و مع مرور الوقت تكونت النجوم، و نتيجة للاندماج النووي داخل النجوم تكونت أغلب العناصر المعروفة حاليا، و خلال ذلك انخفضت درجة حرارة الكون تدريجيا حتى أصبحت(2.7 K).

الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم Evidences for the Big Bang Theory

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

1. اكتشاف الكوازارات Quasars Exploring

على الرغم من أن اكتشاف الكوازارات كان دليلاً معارضًا لنظرية الكون المستقر، إلا أنها كانت بمثابة دليل مؤيد لنظرية الانفجار العظيم التي تفترض أن الكون يتطوّر و تتغير خصائصه مع الزمن.

2. الاتساع المستمر للكون Continuously Expanding of the Universe

لاحظ العلماء حدوث تباعد بين المجرات في كل مكان من الكون بسرعات هائلة جداً ، ما يدل على اتساع الكون بشكل مستمر، مصداقًا لقوله تعالى: ﴿وَ السَّمَاءَ بَنَيْنَهَا بِأَيْيْدٍ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ ﴾ (سورة الذاريات: الآية 47).

3. إشعاع الخلفية الكونية Cosmic Background Radiation

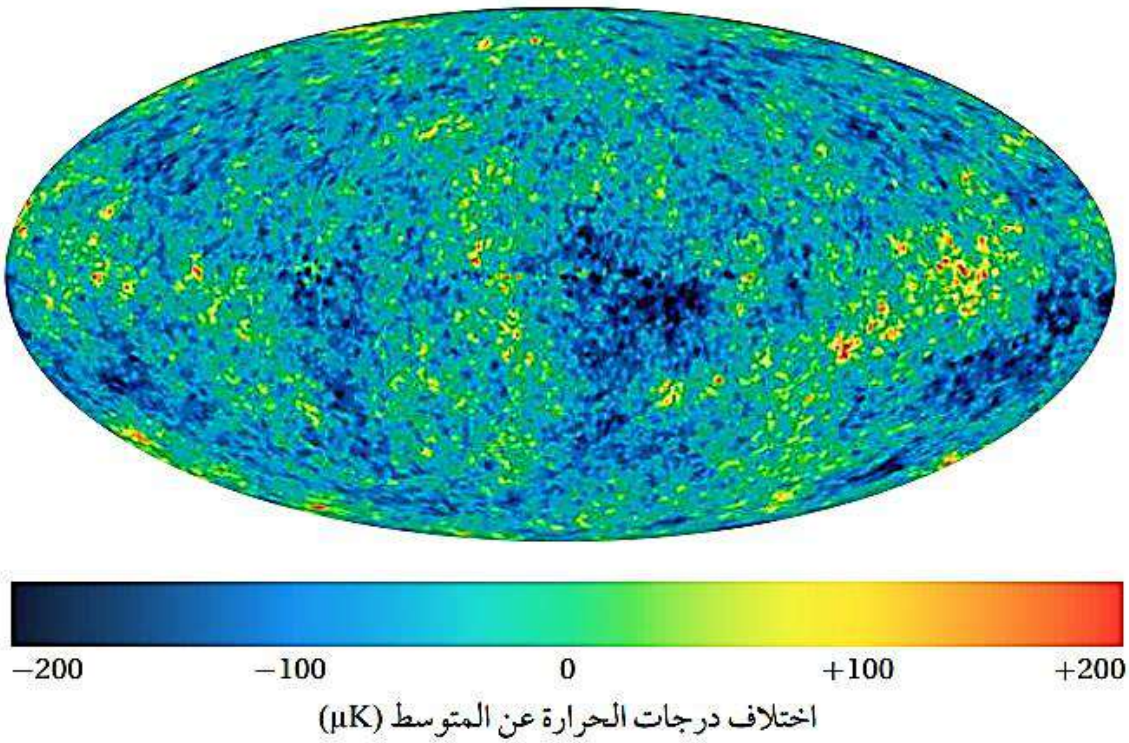
- **متى تم اكتشاف إشعاع الخلفية الكونية؟**

اكتشف إشعاع الخلفية الكونية Cosmic Background Radiation عام 1965م .

- **وضح المقصود بإشعاع الخلفية الكونية؟**

و هو إشعاع كهرمغناطيسي يمثل إشارات ميكروية منتظمة الخواص قادمة من كافة الاتجاهات في الفضاء، و في الأوقات كافة و بصورة مستمرة من دون توقف أو تغير، أنظر الشكل (18).

الشكل (18): صورة لإشعاع الخلفية الكونية التقطت بوساطة مسبار ويلكينسون على مدار سبعة أعوام متتالية.



- أصف ماذا يحدث لدرجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية مع الزمن. تقل
- كيف فُسرت الإشارات الميكروية؟

فُسرت هذه الإشارات الميكروية على أنها بقية الإشعاع الذي نتج من عملية الانفجار الكوني العظيم و الذي تكون بعد (380,000 years) من الانفجار، أي في الوقت نفسه الذي تشكلت فيه نوى ذرّات الهيدروجين و الهيليوم.

❖ وقد افترض العلماء أن درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية في الوقت الحالي تساوي (2.7K) تقريباً، و هي مماثلة للقيمة المقيسة حاليا.

الربط بالتكنولوجيا

❖ ماهو مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الكونية ؟

يُعد مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الكونية مسبارًا فضائيا أطلق عام 2003 م لقياس إشعاع الخلفية الكونية، حيث رُسمت خريطة لتوزّع إشعاع الخلفية الكونية، وقدم هذا المسبار أفضل صورة لمراحل نشأة الكون.

4. وفرة غازي الهيدروجين و الهيليوم في الكون المرئي

- إلام تشير البحوث الحديثة و نتائج الرصد لمادة الكون المرئي أو ما يُعرف باسم المادة العادية Ordinary Matter، التي ستدرسها لاحقا:

1. أن غاز الهيدروجين يكوّن حوالي (74%) من تلك المادة .
2. يليه غاز الهيليوم بنسبة (24%) تقريبًا منها .
3. أما بقية العناصر مجتمعة فتكون (2%) تقريبًا.

- هل تتفق هذه النسب مع توقعات الانفجار العظيم ؟

نعم ، هذه النسب تتفق مع توقعات نظرية الانفجار العظيم و تؤكد أن للكون بداية، إذ يلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكل من اندماج ذرات الهيدروجين.

- على الرغم من الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم، إلا أن كثيرًا من الأسئلة التي طرحت لم تستطع الإجابة عنها، مثل:

قصورها حتى الوقت الحالي عن تفسير الأحداث التي حصلت في اللحظة (0s) من الانفجار العظيم.

و مع تقدم معرفتنا للكون ستطرح مزيد من الأسئلة مستقبلا، ستحدد إجاباتها ما إذا ستبقى هذه النظرية أكثر النظريات قبولا في تفسير نشأة الكون، أم ستظهر نظريات أخرى جديدة قد تلقى قبولًا أكثر لدى العلماء من نظرية الانفجار العظيم.

أتحقق : أذكر الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم.

1. اكتشاف الكوازارات.
2. الاتساع المستمر للكون.
3. إشعاع الخلفية الكونية.
4. وفرة غازي الهيدروجين و الهيليوم في الكون المرئي.

الربط بالفلك

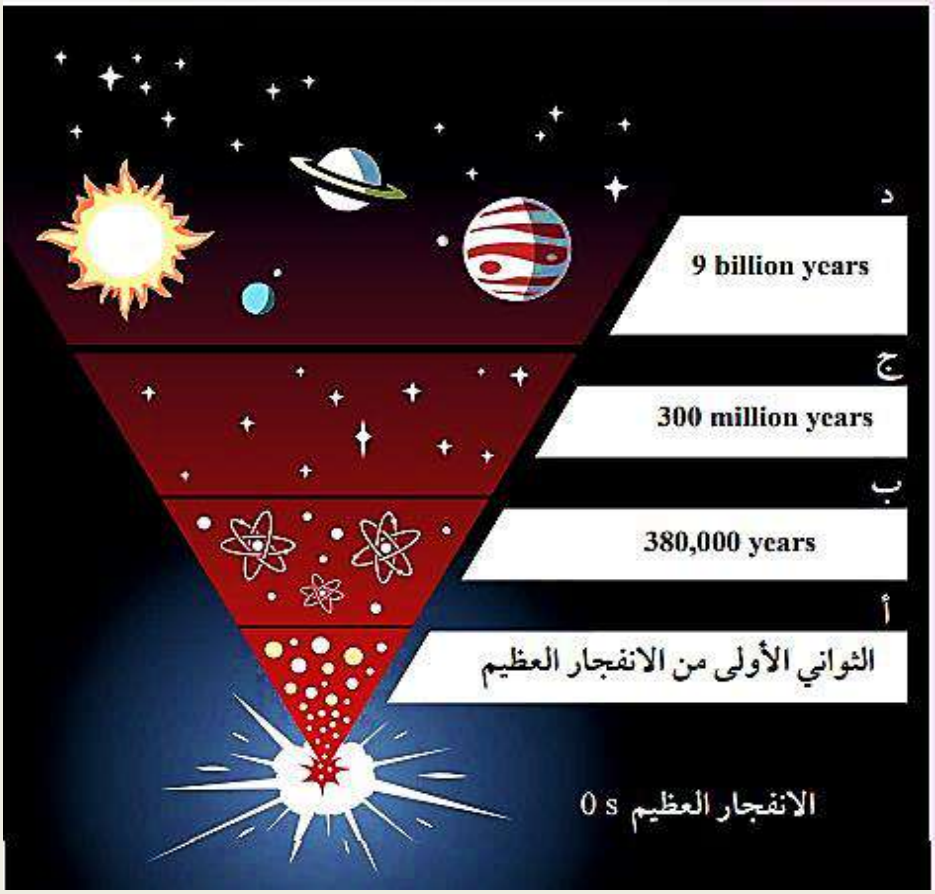
طوّر علماء الفلك نظرية تضخم الكون Cosmic Inflation Theory بوصفها نظرية مكملة لنظرية الانفجار العظيم وتحل المشكلات التي اعترضتها.

تنص نظرية تضخم الكون على "أن زيادة مفاجئة و كبيرة قد حدثت في حجم الكون في الفترة الزمنية التي كان فيها عمر الكون يتراوح ما بين (10^{-45}s) و (10^{-35}s) و قد أدى هذا التوسع الكبير إلى جعل الكون متجانسا ، و قلل التفاوت بين درجات الحرارة في مناطق شاسعة من الكون".

نشاط

الأحداث التي مر بها الكون منذ بدء الانفجار العظيم

تُعد نشأة الكون من الأمور التي حيرت العلماء، و على الرغم من ذلك فقد بذلت جهود كبيرة في البحث و تطوير أدوات المعرفة من أجل تفسيرها، و تمكّن العلماء من جمع جدول زمني تقريبي للأحداث الرئيسة التي مر بها الكون منذ لحظة الانفجار العظيم حتى الآن. و يمثل المخطط الآتي بعض البيانات التي جمعت عن أهم الأحداث التي مر بها الكون. أدرسه جيدا ، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه.



التحليل والاستنتاج:

1. أستنتج التغيرات التي حدثت على كلّ من حجم الكون، و كثافته مع الزمن.

زاد حجم الكون وقلت كثافته مع الزمن و ما زال التغير في حجم الكون مستمرا.

2. أوضح دلالة الأحداث التي تمثلها الرموز (أ، ب، ج، د).

(أ) ارتفاع درجة حرارة الكون إلى($10^{32}K$) و تكون الجسيمات البدائية.

(ب) تكون نوى ذرات الهيدروجين و الهيليوم.

(ج) تكون النجوم الأولى.

(د) تكون النظام الشمسي.

3. أُحدد الأحداث التي مر 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 تقريبًا (10^{32}K) ، و كانت مادة الكون تتكوّن من جسيمات بدائية تتفاعل في ما بينها بشكل مستمر و مع الزمن وباستمرار توسّع الكون وبرودته بدأت العديد من بالتكوّن مثل: الفوتونات والنيوترونات والإلكترونات.**
  - **ولم تتكون الذرات إلا بعد مضي (380,000 years) من الانفجار عندما وصلت درجة حرارة الكون إلى(3000K) بدأت الجسيمات بالاندماج مما سمح بتكوّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين و الهيليوم.**

4.أتوقع ما سيحدث لكميات غازي الهيدروجين و الهيليوم بعد مئات ملايين السنين من الآن.

ستقل .

مراجعة الدرس

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

أن الكون في بداية نشأته كان موجود في حيز صغير جدًّا يُدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية و حرارتها العالية جدا، و التي انفجرت انفجارًا عظيما أدى إلى انتشار أجزائها في الاتجاهات جميعها، وأخذت بالتمدّد لتأخذ الشكل الذي نعرفه اليوم.

2. أربط بين خصائص إشعاع الخلفية الكونية و بين 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 تشكّلت فيه عناصر الهيدروجين و الهيليوم و القيمة المقيسة لدرجة حرارة إشعاع الخلفية للكون في الوقت الحالي تساوي (2.7 K) تقريبًا، وهي مماثلة للقيمة التي افترضها العلماء.

3. أُقارن حجم الكون و كتلته بين اللحظة التي تشكل فيها إشعاع الخلفية الكونية والوقت الحالي.

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

4. أصِفُ كيف تدعم كميات غازي الهيدروجين و الهيليوم المتوافرة في الكون حاليا نظرية الانفجار العظيم.

تؤكد نسب الهيدروجين و الهيليوم في الكون أن للكون بداية، و هذا ما يتفق مع نظرية الانفجار العظيم . يُلاحظ أن غاز الهيدروجين هو الأكثر وفرة في الكون، يليه غاز الهيليوم الذي تشكّل من اندماج ذرات الهيدروجين.

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

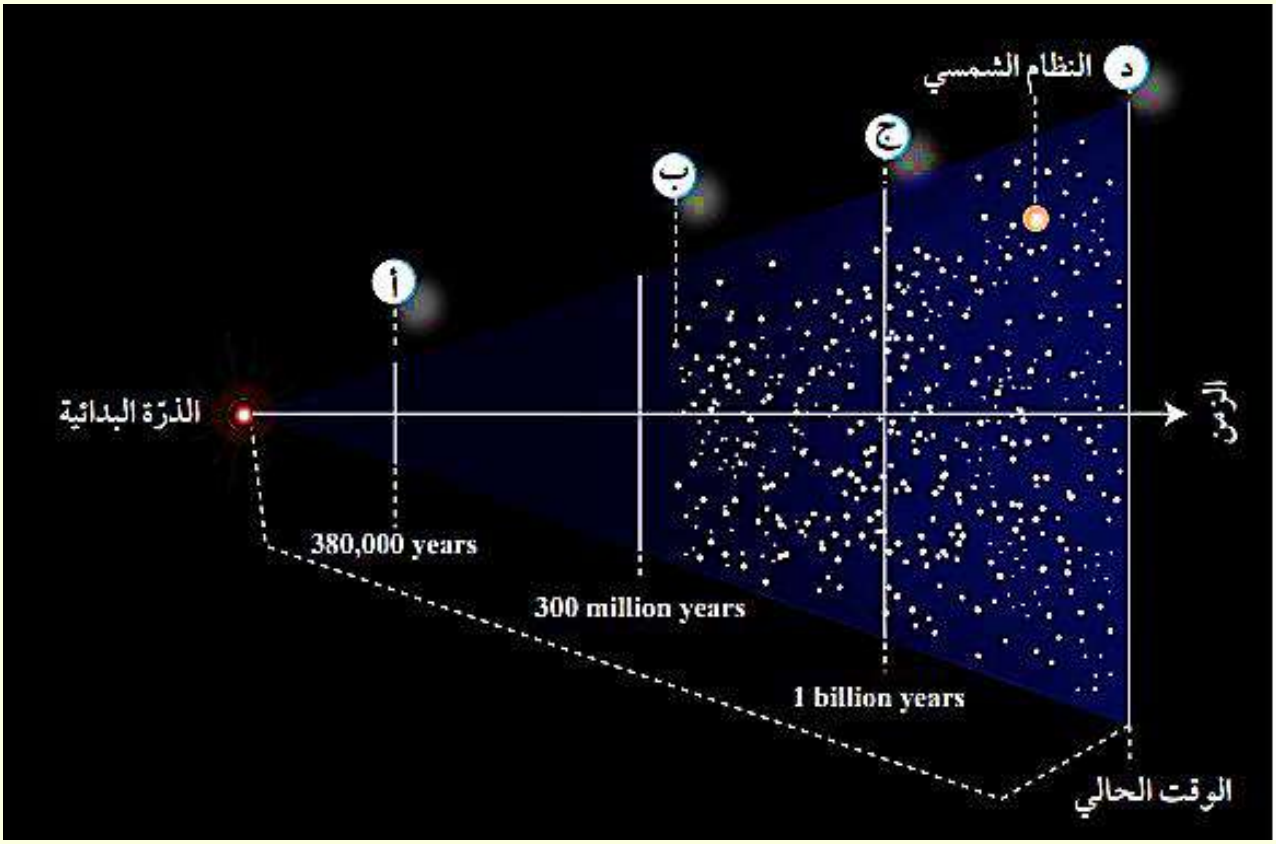
إن اكتشاف الكوازارات و رصدها بعيدًا جدًا باتجاه حافة الكون المرئي و عدم رصدها بالقرب منا يدل على أن خصائص الكون سابقًا تختلف عن خصائصه في الوقت الحاضر، و هذا ما تؤيده نظرية الانفجار العظيم التي تؤكد اختلاف خصائص الكون منذ نشأته حتى الوقت الحالي.

6. أشرح كيف يُعدّ إشعاع الخلفية الكونية دليلا معارضا لنظرية الكون المستقر.

الإشعاع الخلفية الكونية يدل على اختلاف خصائص الكون، فقد تكون هذا الإشعاع بعد (380,000 years) من الانفجار و كانت درجة حرارته مرتفعة جدا، و انخفضت درجة

حرارته مع الزمن حتى أصبحت(2.7 K) في الوقت الحالي و هي مماثلة للقيمة المقيسة حاليًّا، وهذا يتعارض مع نظرية الكون المستقر التي تفترض ثبات خصائص الكون وعدم تغيرها منذ نشأته حتى الوقت الحالي.

7. أدرسُ الشكل الآتي الذي يوضح نموذجا للانفجار العظيم، ثم ألخص الأحداث التي تشير إليها الرموز (أ، ب، ج، د):



أ- تكوّن نوى ذرات الهيدروجين والهيليوم، و إشعاع الخلفية الكونية.

ب- تكوّن النجوم الأولية.

ج- تكوّن المجرات الأولى.

د- تكوّن المجرات الأحدث.

8.أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

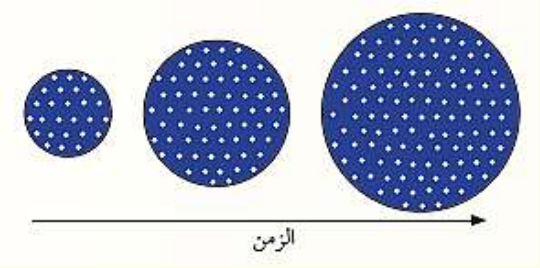
1. تنص نظرية الكون المستقر على أن الكون:

1. نشأ من انفجار عظيم، وسيستمر في التوسع إلى الأبد.

ب. أزلي ليس له بداية أو نهاية، ويتوسع مع احتفاظه بمتوسط كثافة ثابت.

ج. سيتوقف عن التوسع و سينهار على نفسه في النهاية.

د. يتمدد، ثم ينكمش في دورات متكررة.



2. يمثل الشكل نموذجا لنظرية الكون المستقر، وتمثل النقاط البيضاء توزيع مادة الكون، فأي العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بالنموذج ؟

أ.حجم الكون ثابت مع الزمن.

ب. خصائص الكون متماثلة غير الزمن.

ج مكونات المجرات البعيدة تختلف عن المجرات القريبة.

د. كتلة الكون ثابتة و لا تتغير.

3. اكتشاف الكوازارات و رصدها بعيدا جدا باتجاه حافة الكون المرصود وعدم رصدها بالقرب منا يدل على:

أ. تماثل الكون في الأمكنة والأزمنة جميعها.

ب. التغير في خصائص الكون مع مرور الوقت.

ج . استقرار الكون استقرارا كاملا.

د. تقلص الكون في الماضي.

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

أ. تمتاز بكثافة عالية وحرارة لا نهائية. **ب. تمتاز بكثافة لانهائية و حرارة عالية جدا.**

ج. تشكلت بعد الانفجار العظيم. **د . تنتشر في جميع أجزاء الكون.**

*** يمثل الجدول الآتي مجموعة من الأحداث التي مر بها الكون وفقا لنظرية الانفجار العظيم. أدرسه جيدا، ثم أجيب عن السؤال الذي يليه.**

1	تكوُّن أنوية العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم.
2	مادة الكون مُكوَّنة من جسيمات بدائية غير موجودة الآن – تتفاعل في ما بينها باستمرار.
3	انخفاض درجة حرارة الكون إلى حوالي 3000 K وهذا سَمَح بتكوين الذرات.
4	تكوُّن العديد من الدقائق، مثل: الفوتونات، والنيوترونات، والإلكترونات، والبروتونات.
5	انخفاض درجة حرارة الكون تدريجيًّا حتى أصبحت (2.7K).

5. الترتيب الصحيح لتسلسل الأحداث التي مر بها الكون وفقا 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**

الإثراء والتوسع

"مقراب جيمس ويب الفضائي James Webb Space Telescope "

- **حددالوقت و المكان الذي أطلق إليه مقراب جيمس ويب الفضائي؟**

أطلق مقراب جيمس ويب الفضائي (JWST) بتاريخ 25/12/2021م إلى الفضاء نحو نقطة لاغرانج Lagrangian Point (2L) على بعد (1.5 million kilometers) من الأرض.

- **فسر : يُعدّ هذا المقراب أقوى مرصد فضائي حتى الآن، و يوصف بأنه خليفة مقراب هابل الفضائي؟**

1. لأن مقراب جيمس ويب يتمتع بقدرة كبيرة على رصد و تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء القادمة من الأجرام البعيدة، في حين أن مقراب هابل يعمل ضمن مجال مختلف من طول الموجة، إذ إن قدراته الأساسية تقع ضمن طيف الأشعة فوق البنفسجية و المرئية و جزء صغير من طيف الأشعة تحت الحمراء.
2. لأن الصور الملتقطة بوساطة مقراب جيمس ويب أكثر دقة من مقراب هابل.

- **لذلك من المتوقع أن تحدث ثورة في علم الفلك و الفيزياء الفلكية عن طريق تسليط الضوء على أقدم النجوم والمجرات التي تشكلت بعد الانفجار العظيم.**
- **مم يتكون قلب مقراب جيمس ويب ؟**

من مرآة مقعرة قطرها (5.6m)، تتألف من 18 مرآة سداسية الأضلاع، و هي مصنوعة من عنصر البريليوم المطلي بالذهب، وقد أضيفت مجسات دقيقة إلى المقراب بهدف التقاط صور للأجرام في الفضاء و تحليل الإشعاع؛ من أجل فهم خصائص المواد الكونية.

الكتابة في الجيولوجيا : أكتب فقرة حول المرصد الفضائي جيمس ويب، ودوره في استكشاف أسرار الكون، ثمّ أعرض ما كتبته على زملائي زميلاتي في الصف.

يمكن أن يكتب فقرة على النحو الآتي:

يسمح المقراب الفضائي "جيمس ويب" للعلماء بمشاهدة البعد العميق للكون، و رؤية جزءًا من الفضاء لم يتاح لهم رؤيته من قبل؛ فيتيح لهم رؤية الكون عند بدء نشأة أول النجوم و أول المجرات بدقة تفوق كثيرًا إمكانيات مقراب هابل الفضائي، وسيستعين العلماء به لدراسة الكواكب و الأجرام الأخرى في مجموعتنا الشمسية، لتعرُّف أصولها و نشأتها و مقارنتها بالكواكب التي تدور حول النجوم الأخرى خارج مجموعتنا الشمسية، و البحث عن المناطق الصالحة للعيش على سطح الكواكب الأخرى في مجرتنا، أي الكواكب التي تأوي أي شكل من أشكال الحياة.

مراجعة الوحدة

السؤال الأول : أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1. بناء على دراسة العلماء للأطياف الكهرمغناطيسية المنبعثة من المجرات، استنتج العلماء أن الكون بمرور الزمن :

أ. يقلص ب. يتمدد ج يبقى ثابتا. هـ. يتمدد ويتقلص بشكل ثابت.

2. الوحدة الأساسية في بناء الكون هي:

أ. السدم الكونية ب.الكواكب. ج. النجوم د . المجرات.

3. أحد الرموز الآتية يعبر عن أكثر المجرات الإهليليجية استطالة :

أ.E0 ب. E7 ج.E3 د.E1

4. تمتاز مجرة درب التبانة بأنها: 1

أ . حلزونية الشكل، وكروية النواة.

ب. حلزونية الشكل، وخطية النواة.

ج إهليليجية الشكل، و شديدة الاستطالة.

د. إهليليجية الشكل، و قليلة الاستطالة.

5. ذراع مجرة درب التبانة التي تقع عليها الشمس هي:

أ. القوس ب قنطورس. ج الجبار. د. برشاوس

6. أكبر المجرات عمرا هي المجرات :

أ . غير المنتظمة. ب. الحلزونية كروية النواة.

ج. الحلزونية خطية النواة. د . الإهليليجية.

7. تمتاز المجرة E6 من المجرة E1 بأنها:

أ . أصغر عمرا، وأكثر استطالة. ب. أكبر عمرا، وأقل استطالة.

ج. أصغر عمرا، وأقل استطالة. د . أكبر عمرا، وأكثر استطالة.

8. إحدى المجرات الآتية تحوي كمية أكبر من الغازات و الأغبرة الكونية:

أ.Sa ب. E7 ج.SBc د.E0

9. إحدى العبارات الآتية تصف العلاقة بين بعد المجرات عنا و سرعتها:

ا - تزداد سرعة المجرة بازدياد بعدها عنا.

ب نقل سرعة المجرات بازدياد بعدها هنا.

ج. تبقى سرعة المجرة ثابتة بازدياد بعدها عنا.

د . لا توجد علاقة تمثل سرعة المجرات ويُعدها عنا.

10. تتحرك الأذرع الحلزونية في مجرة درب التبانة حول مركزها من:

أ. الشرق إلى الغرب. ب الغرب إلى الشرق.

الشمال إلى الجنوب. د. الجنوب إلى الشمال.

11 . وفق نموذج الانفجار العظيم، فإن عمر الكون بوحدة(billion years):

أ. 2.7 ب. 9 ج. 13.7 د. 15

12. النسب التي تمثل الطاقة والمادة المكونة للكون مما هي

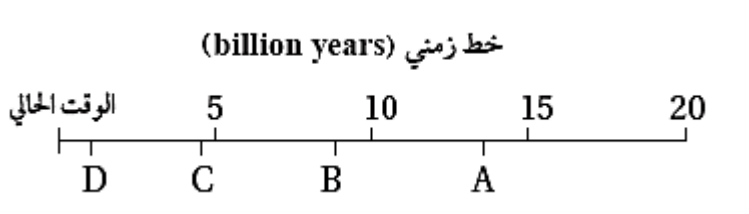
أ. 4.9% طاقة مظلمة، 26.8% مادة مظلمة، 68.3% مادة عادية.

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.

13. يمثل الخط الزمني أدناه الوقت من الزمن الحالي إلى (20billion years) مضت، وتمثل الرموز (A,B,C,D) أوقاتا محددة. فإن الرمز على الخط الزمني الذي يمثل الوقت الذي قدر فيه العلماء حدوث الانفجار العظيم هو:



أ. A ب. B ج. C د.D

14. توصل علماء الفلك عن طريق دراستهم النجوم فوق المستعرة إلى أن الكون:

أ. يتوسع بشكل متسارع. ب. يتوسع ببطء

ج يبقى ثابتا من دون تحرك. د. يتوسع بنسب متغيرة.

15. نشأ إشعاع الخلفية الكونية :

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

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

ج. بعد مضي ثواني من حدوث الانفجار العظيم.

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

16. تفترض نظرية الكون المستقر بأن الكون

أ. ليس له بداية وليس له نهاية. ب يتقلص بنسبة ثابتة.

ج. يتوسع بنسبة غير ثابتة. د. لا يتقلص ولا يتوسع.

17. نسبة غاز الهيدروجين في مادة الكون المرئي تساوي تقريبا :

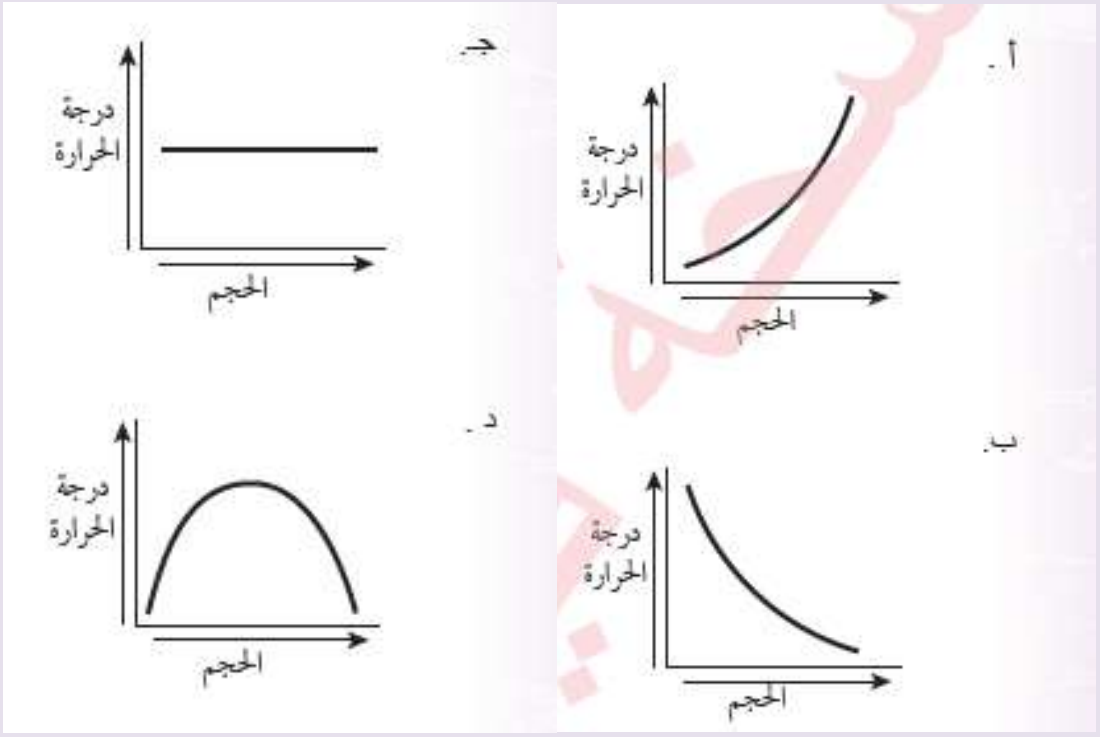
أ. (2%) ب. (24%) ج.(74%) د. (98%)

18. متوسط كثافة الكون بحسب نظرية الكون المستقر:

1. يتغير مع الزمن. ب. يقل بنسبة ثابتة.

ج يزداد بنسبة ثابتة د. ثابت مع الزمن.

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



20 . وفق نظرية الكون المستقر، تتكون مادة جديدة في الكون نتيجة توسع الكون وتمدده على شكل:

أ. غاز الهيليوم ب. غاز الهيدروجين. ج نجوم صغيرة. د. مجرات.

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

أ.(2) ب (2.7) ج (2.8) د. (3.5)

السؤال الثاني:

أكمل الفراغ بما هو مناسب من المصطلحات في ما يأتي:

1. تسمى المجرة التي تترتب نجومها في أذرع حلزونية تدور حول نواتها .....

2 كل ما هو موجود من طاقة ومادة وفضاء، وما يحويه من مكونات يطلق عليها اسم .....

3. استدل العلماء على تباعد المجرات وتوسع الكون بظاهرة .....

4.يرمز إلى المجرة غير المنتظمة بالرمز.....

5. تختلف المجرات بعضها عن بعض في.....و.....و.....

6. رتب العالم إدوين هابل المجرات، وصنفها في مخطط عرف باسم .....

7. كانت مادة الكون في بداية نشأته تتكون من .....

8. يكون غازا الهيدروجين والهيليوم ما نسبته (98%) من مادة الكون .....

9. يُقدر العلماء أن عمر الكون الذي حدث عنده الانفجار العظيم هو .....

10. تعمل المادة المظلمة في الكون بوصفها قوة .....

السؤال الثالث:

أبين الأساس الذي اعتمده إدوين هابل في تقسيم المجرات الإهليليجية إلى ثماني فئات.

السؤال الرابع:

أفسر: تعد المجرات الحلزونية من المجرات متوسطة العمر.

السؤال الخامس:

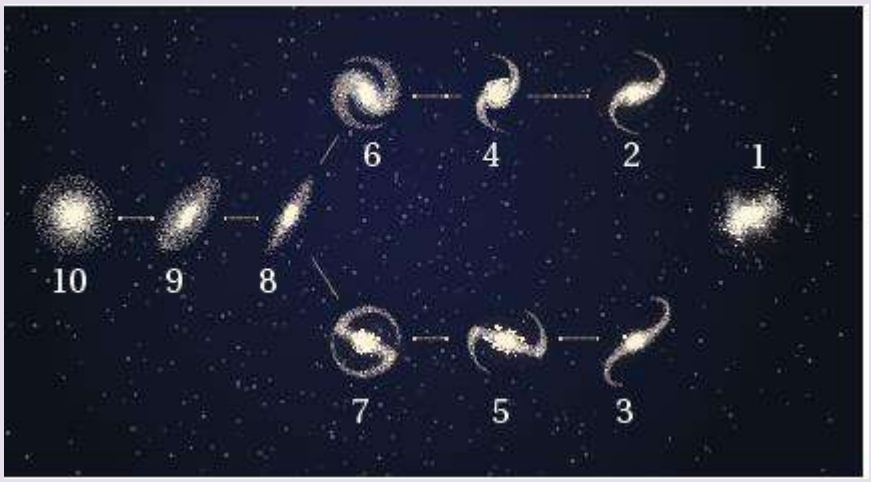
أناقش: كيف توصل العلماء إلى كيفية نشأة الكون بدراسة سرعة تباعد المجرات عنا؟

السؤال السادس:

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

السؤال السابع:

أدرس الشكل الآتي الذي يُبين مخطط هابل لتصنيف المجرات، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



أ. أرتب المجرات (10، 9، 2) تنازلياً بحسب العمر.

ب. أكتب رقم كل من المجرات الآتية:

- المجرة الأقل عمرا.

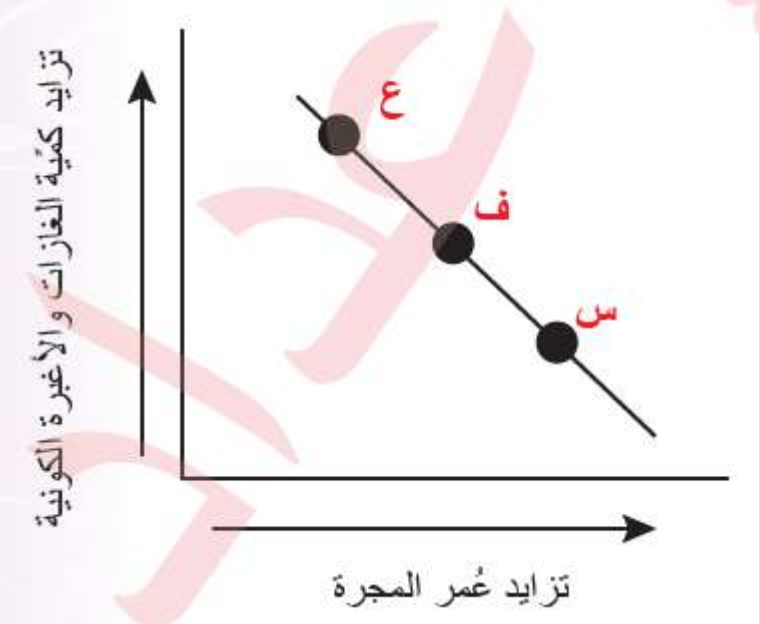
-المجرة الحلزونية خطية النواة التي تكون أذرعها الأقل انفتاحا.

-المجرة التي تحوي أقل كمية من الغازات بين نجومها.

ج. أقارن بين بين المجرتين: (1) و (10) من حيث نوعها، وكمية الغازات فيها.

السؤال الثامن:

أدرس الرسم البياني التالي الذي يُوضح العلاقة بين كمية الغازات والأخيرة الكونية في المجرات وعمرها، ثم أجيب عن السؤالين الآتيين:



1. أصف العلاقة بين عمر المجرة وكمية الغازات والأخيرة فيها.

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

السؤال التاسع:

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

السؤال العاشر:

أفسر العبارات الآتية تفسيرا علميا دقيقا :

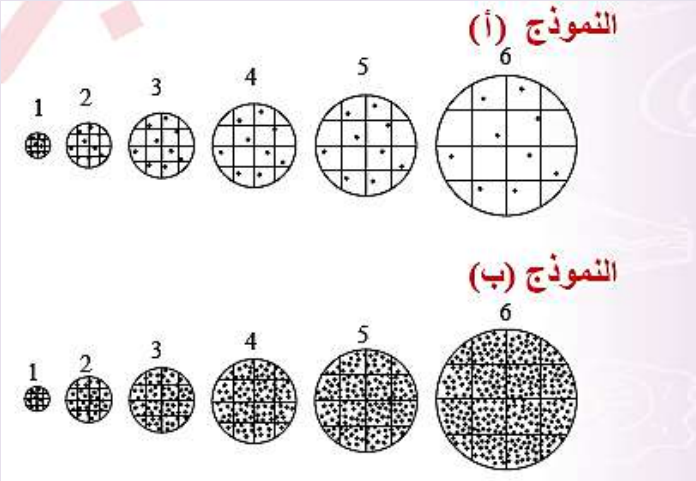
أ.ثبات كثافة الكون على الرغم من توسعه و ازدياد حجمه وفق نظرية الكون المستقر.

ب . يعزى توسع الكون السريع للطاقة المظلمة.

ج. يعد إشعاع الخلفية الكونية دليلا على صحة نظرية الانفجار العظيم.

السؤال الحادي عشر:

أدرس الشكل الآتي الذي يمثل نموذجين للكون (أ، ب) حسب نظريتي: الانفجار العظيم، و الكون المستقر، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



1. **أصف ماذا يحدث لكثافة الكون وكتلته في كل من النموذجين (أ) و (ب).**
2. **أستنتج: أي النموذجين يمثل نموذج الانفجار العظيم، وأيهما يمثل نموذج الكون المستقر؟**
3. **أوضح كيف تعد الكوازارات دليلًا معارضًا لأحد النموذجين، في حين تعد دليلا مؤيدا للنموذج الآخر**

السؤال الثاني عشر:

أقارن بين نظريتي الكون المستقر والانفجار العظيم من حيث تغير كتلة الكون و كثافته وحجمه مع الزمن.

السؤال الثالث عشر:

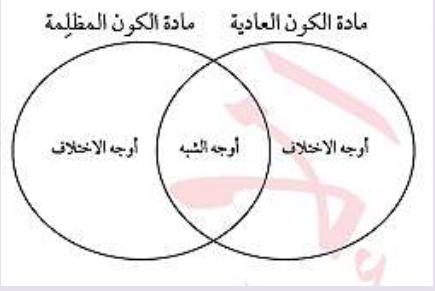
أقوم صحة ما أشارت إليه العبارة الآتية: تعد نظرية الانفجار العظيم مكملة لنظرية الكون المستقرة.

السؤال الرابع عشر:

اتتبع مراحل نشأة الكون منذ لحظة الانفجار العظيم حتى تشكل المجرات.

السؤال الخامس عشر:

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



السؤال السادس عشر:

أوضح أوجه القصور في نظرية الانفجار العظيم.

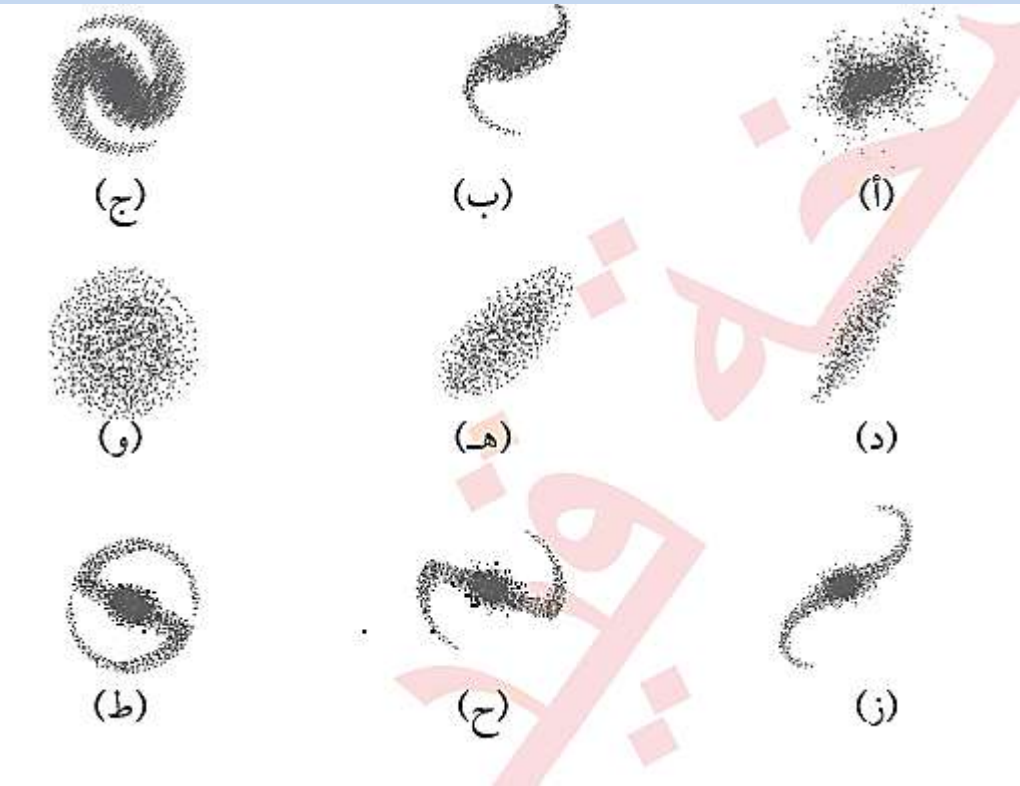
السؤال السابع عشر:

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

أسئلة مثيرة للتفكير

السؤال الأول:

أدرس الأشكال الآتية التي تمثل مجموعة من المجرات المختلفة في أشكالها، ثم أجيب عن السؤالين التاليين:



1. **اتوقع**: هل يمكن أن يتحول نوع من المجرات إلى نوع آخر؟

2. **أبين** رأيي في تصنيف العالم هابل للمجرات في (مخطط الشوكة الرنانة)، ثم أُصمم مخططا خاصا بي للمجرات (أ، ب، ج، د، هـ، و، ز، ح، ط) التي في الشكل الأعلى، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي.

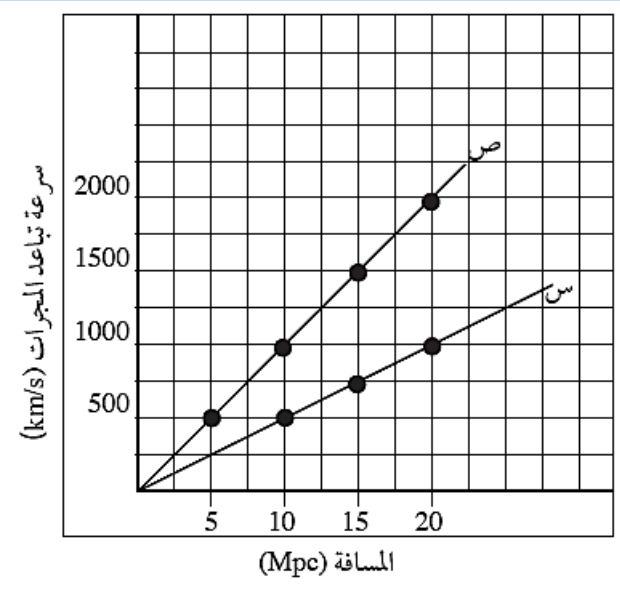
السؤال الثاني:

درس العالم هابل أطياف عدد من المجرات، ولاحظ أنها تتحرك بعيدا عنا، وأن سرعتها تزداد كلما زاد يُعدها عنا.

أفكر: هل تتغير سرعة الموجات المنبعثة من المجرات التي ترصدها المقاريب المختلفة؟

السؤال الثالث:

يُمثل الشكل المجاور العلاقة بين بعد المجرات وسرعة تباعدها. أدرس الشكل جيدا، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



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) و (ص).

أبين: ماذا يمثل الخطان البيانيان (س) و(ص)؟

5 أشرح نص القانون الذي يُحدد العلاقة بين سرعة تباعد المجرة وبعدها عنا.

السؤال الرابع:

أدرس الجدول الآتي الذي يوضح بعض مراحل تكون الكون وتطوره في بداية نشأته، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

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

1 . أستنتج العلاقة بين درجة حرارة الكون وعمره.

2. أتوقع المرحلة التي بدأ فيها تكون الجسيمات البدائية، ثم أبرر سبب توقعي.

3. اتتبع الأحداث التي تكونت في المرحلة الثالثة.

4. أنشئ جدولاً أكمل فيه مراحل تكون الكون في ضوء ما درست.

5. أقارن بين مراحل تكون الكون الثلاث و بين مراحل تكون الكون وفق نظرية الكون المستقر

6. أتواصل مع زملائي زميلاتي في النتائج التي توصلت إليها.

السؤال الخامس:

أتوقع ما يمكن أن يحدث في الحالتين الآتيتين:

أ . إذا كانت نسبة المادة المظلمة المكونة للكون أقل من نسبة المادة العادية.

ب. إذا كانت درجة حرارة إشعاع الخلفية الكونية الآن تساوي (3000k).

السؤال السادس:

أدرس الجدول الآتي الذي وضعه أحد الطلبة حين وُجه سؤال له عن الأدلة المؤيدة لنظرية الانفجار العظيم، ثم أجيب عما يليه:

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

أ . انقد الجدول الذي وضعه أحد الطلبة.

ب. أقترح تعديلات يمكن إجراؤها على الجدول.

السؤال السابع:

تدعي الطالبة ليان بأن تسميات مكونات الكون، و هي: الطاقة المظلمة، والمادة المظلمة، والمادة العادية، لها تفسيرات تتعلق بدورها في توسع الكون. أقوم صحة ادعاء ليان.

السؤال الثامن:

أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

1 العبارة التي تصف تكون الدقائق الأولية مثل الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات وصفا صحيحًا هي:

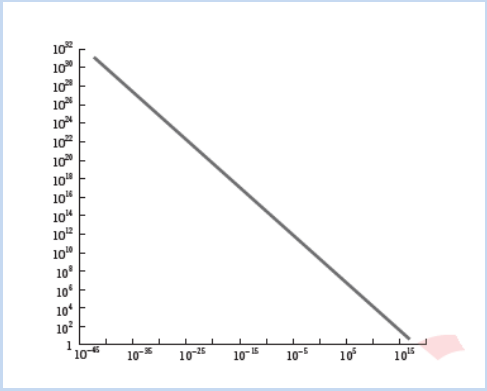
أ - يوجد فارق زمني بين تكون تلك الدقائق وأنوية كل من من الهيدروجين والهيليوم يساوي (380,000 years).

ب.يوجد فارق زمني بين تكون تلك الدقائق و أنوية كل من الهيدروجين والهيليوم يساوي دقائق قليلة.

ج تكونت تلك الدقائق عندما كانت درجة حرارة الكون تساوي (3000k).

د. تكونت تلك الدقائق لحظة الانفجار العظيم في الزمن (10^{-43}s).

2 يوضح الرسم البياني المجاور العلاقة بين:



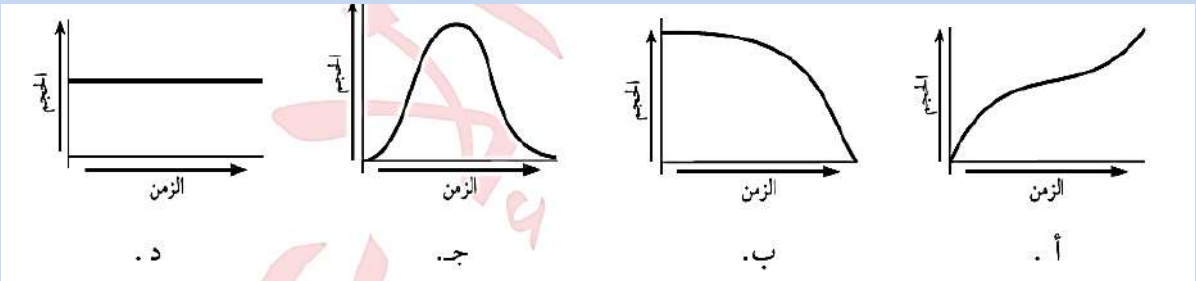
أ.درجة حرارة الكون وكتلته.

ب درجة حرارة الكون وعمره.

ج كثافة الكون وكتلته.

د. كثافة الكون ودرجة حرارته.

3. وفقا لنظرية الانفجار العظيم، فإن الرسم البياني الذي يمثل أفضل تمثيل للعلاقة بين الزمن و لم الكون من بداية الكون إلى الوقت الحاضر هو:



4.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 مسيي هـ 59.

5.أظهرت الدراسات التي أجريت على النجوم أن 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.

6. من الأمثلة على المجرات الإهليليجية:

أ. مجرة ماجلان الكبرى. ب. مجرة ماجلان الصغرى.

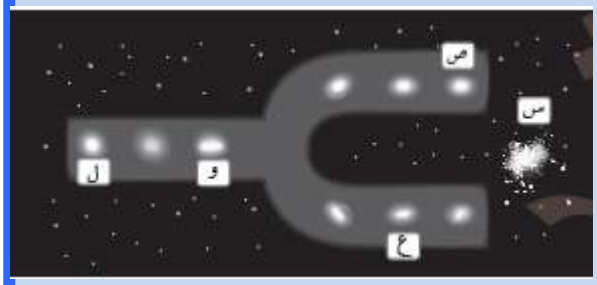
ج. مجرة مسيية 59. د. مجرة المرأة المسلسلة.

7. يتموضع النظام الشمسي في مجرة درب التبانة على الذراع :

أ.1 ب.2

ج.3 د.4

*أتأمل الشكل المجاور الذي يمثل مخطط الشوكة الرنانة، ثم أجيب عن الفقرات (10، 9، 8) التي تليه:



8.الرمز الذي يشير إلى أحدث المجرات عمرا هو :

أ.س ب.ص ج. ع د.ل

9. الرمز الذي يشير إلى المجرة التي تحتوي أقل كمية من الغازات هو :

أ.س ب.ص ج. ع د.ل

10. الرمز الذي يشير إلى أكثر المجرات الإهليليجية استطالة هو:

أ.ص ب.ع ج. و د.ل

*يمثل الجدول الآتي أنواعا مختلفة من المجرات (4،3،2 (1)، أتأمله جيدا، ثم أجيب عن الفقرتين: (12، 11):

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.

11.الرمز الذي يمثل المجرة (1) هو:

أ.SBb ب.Sc ج. Sa د.SBa

12. المجرة ذات الرمز SBb هي المجرة:

أ.1 ب.2 ج.3 د.4

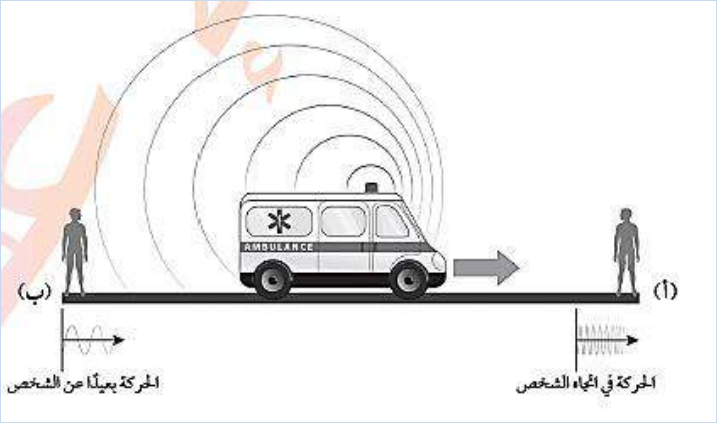
13. نوع المجرة التي يسهل رصدها مقارنة بأنواع المجرات الأخرى هي:

1. المجرات الإهليليجية.
ب. المجرات غير المنتظمة.
ج المجرات الحلزونية خطية النواة.
د المجرات الحلزونية كروية النواة.

14. المجرة الظاهرة في الشكل المجاور هي:

أ . مجرة إهليليجية.
ب مجرة حلزونية كروية النواة.
ج مجرة حلزونية خطية النواة.
د. مجرة غير منتظمة.

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



أ. يزداد التردّد ويقل الطول الموجي.
ب. يقل التردد ويزداد الطول الموجي.
ج يزداد كل من التردد والطول الموجي.
د. يقل كل من التردد والطول الموجي.

*أجيب عن الفقرتين: (17، 16) مستعينا بالشكل المجاور الذي يمثل ثلاثة أطياف رصدت لثلاثة أجرام سماوية (3،2، 1):

16. إذا كان الجرم السماوي (2) يمثل حالة الثبات، فإن الجرم السماوي (1):

أ . يتحرك مبتعدا عن الجرم السماوي (2).
ب. يتحرك مقتربا من الجرم السماوي (2).
ج. يبقى ثابتا ولا يتحرك.
د. يتحرك مقتربا تارةً ومُبتعِدًا تارةً أخرى.

17. إذا كان الجرم السماوي (3) يمثل حالة الثبات، فإن الجرم السماوي (2):

ا. يتحرك مبتعدا عن الجرم السماوي (3)

ب. يتحرك مقتربا من الحرم السماوي (3).

ج. يبقى ثابتا و لا يتحرك.

د . يتحرك مقتربا من الجرم السماوي (3) تارة ومبتعدا عنه تارةً أخرى.

18. إذا كانت سرعة تباعد إحدى المجرات هي 1500 km/s وثابت هايل هو 75 km/s/Mpc فإن بعد هذه المجرة عنا بوحدة الفرسخ الفلكي هو :

أ. $4X10^{6}$ ب. $2X10^{12}$ ج. $2X10^{7}$ د. $4X10^{8}$

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

لون الطَّيْف / رَقْم المجرة	أزرق أصفر أحمر
1	←
2	←
3	←
4	←

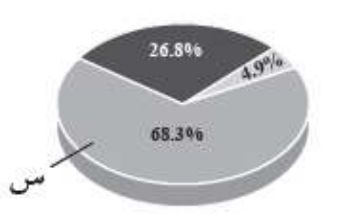
أ.1 ب.2

ج.3 د.4

20. يفسر العلماء أن سبب تسارع توضع الكون هو وجود:

أ . المادة المألوفة. ب. المادة العادية. ج. المادة المظلمة. د. الطاقة المظلمة.

21. يوضح المخطط البياني المجاور نسب مكونات الكون من مادة و طاقة و عليه ، يشير الرمز (س) إلى:



أ. المادة العادية. ب المادة المظلمة.

ج الطاقة المظلمة. د . المادة المألوفة.

22. ما تأثير كل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة في مكونات الكون مع ازدياد عمر الكون؟

1 - يقل تأثير المادة المظلمة ويزداد تأثير الطاقة المظلمة.

ب.يزداد تأثير المادة المظلمة ويقل تأثير الطاقة المظلمة.

ج. يزداد تأثير كل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة.

د. يقل تأثير كل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة.

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

أ. A ب B

ج C. د. D

24. إذا كان ثابت مايل يساوي 73km/s/Mpc فإن عمر الكون بالسنوات هو:

أ. $13.698X10^{9}$ ب. $13.698X10^{8}$ ج. $136.98X10^{9}$ د. $1.3698X10^{8}$

25. إذا كان عمر الكون 13 billion years فإن ثابت هابل يساوي :

أ. 7.69 ب. 769 ج. 76.9 د. 75

26. كلما زادت قيمة ثابت هابل، فإن عُمر الكون:

أ. يزداد. ب. يقل. ج يبقى ثابتا. د. يتغير بين زيادة ونقصان.

27. تفترض نظرية الكون المستقر أن الكون:

أ. يتوسع وتزداد كتلته وحجمه وتبقى كثافته ثابتة.

ب. يتوسع وتزداد كتلته ويحافظ على حجمه ثابتا دون تغير.

ج. يبقى ثابتا دون توسع، فيحافظ على كثافة ثابتة وحجم ثابت.

د. يبقى ثابتا دون توسع، لكن كتلته و كثافته تتغير مع الوقت.

28. إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بالكوازارات ما عدا:

أ . تعد أنوية مجرات نشطة وتصدر كميات هائلة من الطاقة.

ب. تتميز بلمعانها الشديد.

ج. تتموضع على بعد مسافات شاسعة من مجرة درب التبانة.

د. تقل أعدادها كلما ابتعدت عنها باتجاه حالة الكون المرصود.

29. تشير الدراسات إلى أن إشعاع الخلفية الكونية تكون بعد مضي زمن من الانفجار العظيم، والذي يقدر بـ:

أ. 380,000 years ب. 300 million years

ج. 3billion years د. 9billion years

30. الغاز الأكثر وفرة في الكون المرئي هو :

1 - الهيليوم. ب الهيدروجين. ج الأكسجين. د. النيتروجين.

31. تكونت مادة الكون بداية نشأته وفقا لنظرية الانفجار العظيم من:

1 - الفوتونات والنيوترونات والإلكترونات. ب. جسيمات بدائية غير موجودة الآن.

ج نوى عناصر الهيدروجين والهيليوم. د . النجوم الأولى.

32.العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلق بمفهوم إشعاع الخلفية الكونية ما عدا:

أ. يُعد إشعاعا كهرمغناطيسيا. ب. يمثل إشارات ميكروية غير منتظمة الخصائص.

ج قادم من الاتجاهات كلها في الفضاء. د. موجود باستمرار دون توقف أو تغير.