يمكنك الحصول على دوسيات الأوائل من مختلف المكتبات التالية

- شارع الجامعة : مكتبة بيانور [0790870907]
- ضاحية الحج حسن - مكتبة أبو طوق - بالقرب من مجمع الجنوب [0796465131]
- جبل عمان - مكتبة الحكيم [0795551535 - 06-4617081]
- جبل الحسين - مكتبة الطلاب - مقابل كلية الحسين [0788711785] - مكتبة جبل الحسين [0795005338] - مكتبة الكتوعة [06-4652139]
- بيادر وادي السير - مكتبة النرجس - اشارة الصناعة بالقرب من ضراغمة [0795633743 - 0787674121] -
مكتبة إقرأ [0777775926] - مكتبة الليث [0797898026]
- المدينة الرياضية - مكتبة المدينة - مقابل مدرسة العباس بن المنذر - هاتف [0795177765]
- طبربور - مكتبة اللوتس - مقابل الهنيني هاتف [0799350333]
- الجاردنز - مكتبة الجاردنز - مقابل البنك الاسلامي [0795605094]
- خلدا - مكتبة خلدا - [795024662] - مكتبة آية - دوار المعارف - [5519438] - مكتبة المونتسيوري - [065514885]
- دوار الكيلو - مكتبة يارا وتمارا [0797240665]
- البقعة - مكتبة الامين - [0796692739] - مكتبة الجاحظ - [0788278134]
- صويلح - مكتبة حمدي هاشم - مقابل الدفاع المدني - [0795858341] مكتبة صويلح
- ابو نصير - مكتبة زيد - مقابل المسجد الكبير [0775555078] - مكتبة العلم نور - السوق التجاري - [0795571721] - مكتبة السلام
- شفا بدران – مكتبة الزمردة - [0798068282-65235340]
- الجبيهة – مكتبة المستقبل
- تلاع العلي - مكتبة زيد الخير - اسواق السلطان [065563055]
- الفحيص – مكتبة هدايا زيد - [0777220028]
- الاشرفية : مكتبة البراعة - [0795733869] - مكتبة الاسراء - شارع التاج - [0796160930]
- أم نوارة – مكتبة المسكاوي - [0795014743]
- أبو علندا - مكتبة رباع [0798032123]
- الهاشمي الشمالي - مكتبة الزنبق - بجانب العنان مول [0795811819] - مكتبة المنفلوطي - مقابل مطعم الهنيني [0785300682]
- جبل النصر - مكتبة الجعبري - مقابل البنك العربي [0796572927] - مكتبة حسن مهنا [0795141054]
- المقابلين - مكتبة أم العرى - بجانب أم قصير الثانوية للبنات - بجانب مياه الأصيل - [0785248672] - الخواجا [0790870907]
- الوحدات - مكتبة الأوابين - مقابل باصات جاوا [0796411812] - مكتبة البراق - [06-4750360] -
مكتبة حمزة [0795890837]- مكتبة البيان [0798753428]
- مرج الحمام - مكتبة أم القرى - بجانب دوار الدلة [0799852188]
- حي نزال - مكتبة طارق بن زياد - مثلث المدارس [0788560076- 0798068282] - مكتبة حي نزال [0799950701]
- الجبل الاخضر - ريفكو : مكتبة ربوع بيسان - بجانب بقالة ابو غربية [0785422488 - 0797014400]
- الذراع الغربي : مكتبة ابو لبة [0796712333] - مكتبة أحمد الجابري [0788119484]
- النزهة : مكتبة زين - 07979272860 - مكتبة عدي فليفل - 0797205620 - مكتبة حسان - 0795993572
- سحاب : مكتبة جهاد - 0777419672
- ماركا الشمالية – مكتبة العوايشة الشارع الرئيسي مقابل مدرسة مصطفى الرفاعي - [0795430252]
- ياجوز : مكتبة صناع الحياة ياجوز - [0788017998] [05-3757033]
- المشيرفة : مكتبة جمال - [0785680565]
- السخنة : مكتبة أنس [78685882]
- الزرقاء - مكتبة الوسام - مجمع السعادة - مقابل حلويات السهل الاخضر - [0799467654] - مكتبة الجذور
- المفرق - مكتبة الطالب المبدع - شارع 20 مقابل مياه راسيل [0797192936]
- مادبا - مكتبة شومان :شارع الملك عبد الله - قرب بنك الإسكان [0777335514] [0798595259]
- اربد : مكتبة اليقين ، مركز نوبل الثقافي - [0795680164] - مكتبة النسيم - [0785135479] - مكتبة البتراء - [0776854986]
- الكرك : مكتبة رم : بالقرب من المسجد العمري
- الرمثا: المكتبة الأولى - [0795223553]
- عجلون : مكتبة الوسام الذهبي - [0777353585] - مكتبة الدلتا - [0796363632] - مكتبة الطريق إلى الحياة - [0777499310]
- جرش : مكتبة الإيمان [0777796356] - عالم الرياضة [0777615009]
- السلط : مكتبة أمين العناسوة - [0777782070] - مكتبة حسين وعمر - [3531444 - 05] - مكتبة المجدلاوي - [0776146993] - مكتبة عبودكو

الوحدة الأولى

الفصل الثاني

المجرات والكون

☒ **ما المقصود بالمجرة ؟**

تجمع هائل من مليارات النجوم المختلفة في خصائصها وصفاتها ، تفصل بينها مسافات هائلة ، إضافة إلى غازات وغبار يملأ الفراغ بينها ، وترتبط هذه المكونات جذبياً ببعضها بحيث تحافظ على شكل محدد **وتتحرك كجسم واحد** .

☒ **علل : المجرة تتحرك كجسم واحد .**

☒ **علل : للمجرة شكل محدد .**

☒ **ما عدد المجرات في الكون ؟ وفيمّ تختلف عن بعضها البعض ؟**

- عدد المجرات في الكون يتراوح بين (١٠٠ – ٥٠٠) مليار مجرة .
- تختلف المجرات عن بعضها في : ١) أشكالها ٢) أحجامها ٣) شدة إضاءتها ٤) أقدارها ٥) سطوعها ٦) أبعادها عنا ٧) كتلتها
- بعض المجرات يمكن رؤيتها من الأرض مثل : **(مجرة المرأة المسلسلة ، مجرة مجلان الصغرى ، مجرة مجلان الكبرى)** ، في حين لا يُرى معظمها إلا باستخدام المقارب الحديثة المتطورة .

❖ أنواع المجرات :

☒ **ما أنواع المجرات اعتماداً على أشكالها ؟ وما أساس تصنيفها ؟**

ثلاث أنواع هي :

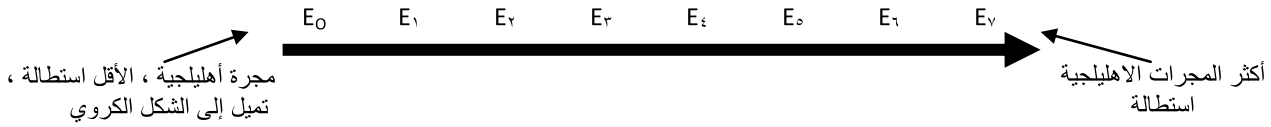
١) المجرات الأهليلجية ٢) المجرات الحلزونية ٣) المجرات غير منتظمة الشكل

أساس تصنيفها هو أشكالها .

AWA2EL LEARN 2 BE
موقع الأوائل

❖ المجرات الاهليلجية

- يرمز لها بالرمز E بسبب استطالة أشكالها .
- تحتوي كمية قليلة من الغاز والغبار بين نجومها .
- نجومها هرمة ، مما يدل على أنها من أكبر مجرات الكون عمراً .
- تقسم إلى ثمان فئات اعتماداً على **استطالتها** كما يلي :



✍ **ملاحظة : الرقم الصغير جانب الرمز E يدل على شدة الاستطالة .**

❖ المجرات الحلزونية

- يرمز لها بالرمز S بسبب وجود أذرع تلتف بصورة حلزونية حول مركزها .
- تحتوي كمية كبيرة من الغاز والغبار بين نجومها .
- نجومها شابة ، وهذا يدل على أن هذه المجرات متوسطة العمر .
- **تقسم المجرات الحلزونية إلى قسمين اعتماداً على شكل مركز المجرة .**

١- مجرات ذات مركز كروي تلتف حوله أذرع حلزونية يرمز لها (S) .

٢- مجرات ذات مركز يحوي على قضيب اسطواني الشكل تلتف حوله أذرع حلزونية تخرج من طرفي الأسطوانة ، يرمز لها بالرمز (SB) .

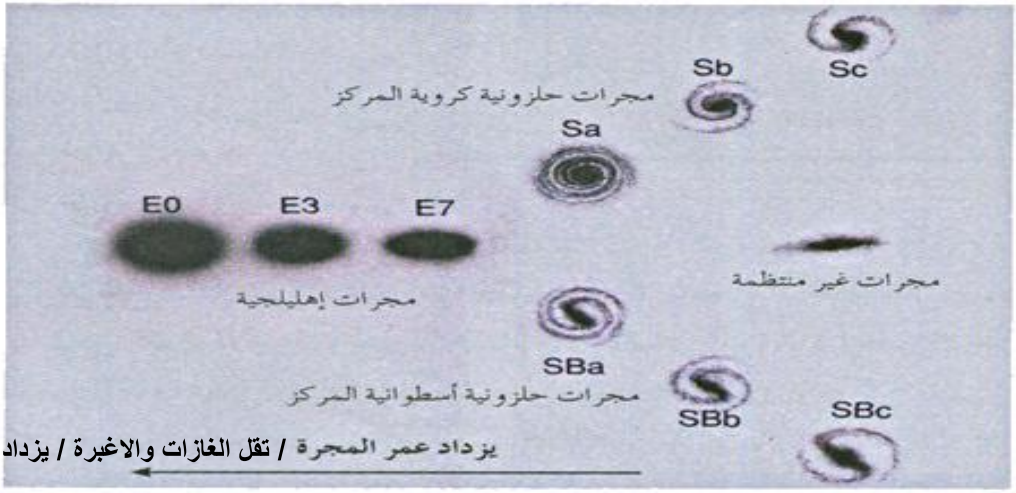
- تقسم المجرات الحلزونية من النوع (S) (SB) إلى تقسيمات أصغر ، **تعتمد على شدة إنفتاح الأذرع حول المركز** ، حيث يضاف حرف صغير إلى جانب الرمز ليدل على مدى إنفتاح الأذرع.
  - **الحرف (a)** : يمثل أقل الأذرع انفتاحاً .
  - **الحرف (b)** : يمثل أذرعاً متوسطة الانفتاح .
  - **الحرف (c)** : يمثل أذرعاً شديدة الانفتاح .
- **مجرة درب التبانة من المجرات الحلزونية من النوع (SBb)** أي أنها مجرة حلزونية ذات مركز يحوي قضيب أسطواني الشكل تلتف حوله أذرع متوسطة الانفتاح .
- أي تصنف حسب (شكل مركزها) و (انفتاح اذرعها)

❖ المجرات غير منتظمة الشكل

- يرمز لها بالرمز Irr .
- غير منتظمة الشكل ، ولا تنتمي إلى أي من النوعين السابقين .
- هذه المجرات غنية بالغاز والغبار بين نجومها. (أكثر من النوعين السابقين)
- نجومها تعد حديثة العهد ، مما يدل على أن هذه المجرات هي الأحدث عمراً .

❖ تصنيف المجرات

- يمثل الشكل **" مخطط الشوكة الرنانة "** الذي لجأ اليه **العالم هابل** ، الذي يوضح **تطول المجرات وتصنيفها** .



الشكل (١-٢٦): مُخطّط الشوكة الرّنّانة لتصنيف المجرات.

☒ **قارن بين المجرات الاهليلجية والحلزونية وغير المنتظمة من حيث :**

١- رمزها ٢- كمية الغازات والاغبرة بين نجومها

٣- عمر المجرة وعمر نجومها ٤- شكلها

وجه المقارنة	المجرات الاهليلجية	المجرات الحلزونية	المجرات غير المنتظمة
رمزها	يرمز لها بالرمز E	يرمز لها بالرمز S	يرمز لها بالرمز Irr
كمية الغازات والاغبرة بين نجومها	تحتوي كمية قليلة من الغاز والغبار بين نجومها	تحتوي كمية كبيرة من الغاز والغبار بين نجومها	غنية بالغاز والغبار بين نجومها (الأكثر)
عمر المجرة وعمر نجومها	نجومها هرمه ، مما يدل أنها اكبر مجرات الكون عمراً	نجومها شابه ، مما يدل على انها متوسطة العمر	نجومها تعد حديثة العهد ، مما يدل أنها الاحث عمراً
شكلها	أهليلجية (بسبب استطالتها)	حلزونية (بسبب وجود أذرع تلتف بصورة حلزونية حول مركزها)	ليس لها شكل منتظم

☒ **تمرين :**

لديك المجرات التالية : (sc \ Irr \ SBb \ SB \ Eo)

١- رتبها تصاعدياً حسب :

أ- الغازات والاغبرة بين نجومها.

ب- عمر نجومها ، عمر المجرة .

٢- ما رمز مجرتنا درب التبانة .

٣- أي المجرات الاكبر عمراً .

٤- قارن بين المدرة SBa , Sc من حيث :

١- كمية الغازات والاغبرة ٢- مركز المجرة ٣- إفتتاح الأذرع ٤- عمر المجرة

٥- ما أساس تصنيف المجرات الاهليلجية / الحلزونية .

٦- ما العلاقة بين استطالة المجرات الاهليلجية وكمية الغازات والاغبرة من نجومها.

٧- ما العلاقة بين انفتاح اذرع المجرات الحلزونية وكمية الغازات والاغبرة بين نجومها ؟

٨- قارن بين المجرة E٠ و E٧ من حيث :

- الاستطالة - كمية الغازات والاغبرة - عمر المجرة وعمر نجومها

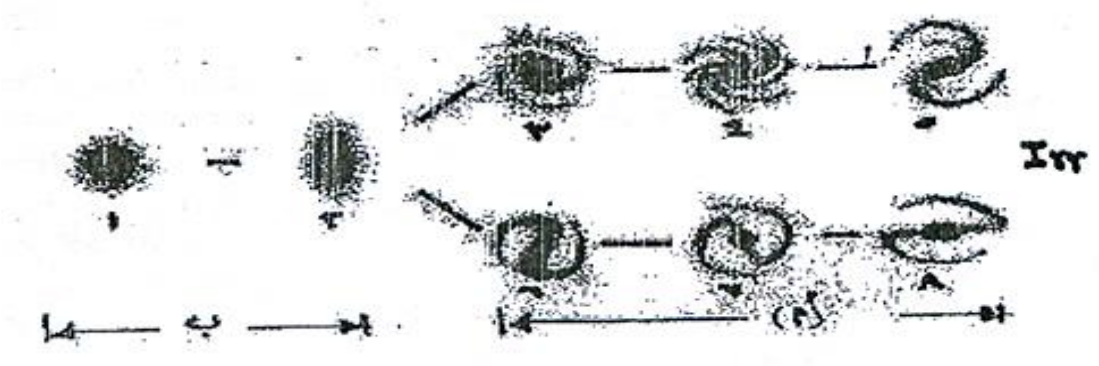
٩- أي المجرات نجومها حديثة العهد / نجومها شابة / أيها نجومها هرمة ؟

☒ **صنف المجرات التالية :**

١. E. : مجرة اهليلجية تميل إلى الشكل الكروي (الأقل استطالة) .
٢. Irr : مجرة غير منتظمة .
٣. SBa : مجرة حلزونية ذات مركز اسطواني ذات أذرع أقل إنفتاحاً .
٤. Sa : مجرة حلزونية ذات مركز كروي وذات اذرع حلزونية الأقل انفتاحاً .
٥. SBc : مجرة حلزونية ذات مركز اسطواني وذات أذرع حلزونية شديدة الانفتاح .
٦. $E_٧$: مجرة أهليلجية ، الأكثر استطالة .
٧. Sb : مجرة حلزونية ذات مركز كروي ، وذات أذرع حلزونية متوسطة الانفتاح .
٨. Sc : مجرة حلزونية ذات مركز كروي وذات أذرع حلزونية (الأكثر) شديدة الانفتاح .

AWA2EL LEARN 2 BE
موقع الأوائل

☒ **تمرين : ادرس الشكل الذي يمثل مخطط الشوكة الرنانة (مخطط تطور المجرات) ثم حدد رمز المجرات المشار اليها بالرموز .**



اعتماداً على الشكل أجب عما يلي :

١. **ما اسم المجرات المشار اليها بالرمزين (أ ، ب) ؟**
٢. **أ ي المجرات (أ) أم (ب) نجومها شابه وأيها هرمة ؟**
٣. **أي المجرات (أ) أم (ب) كمية الغازات والأغبرة بين نجومها أكبر ؟**
٤. **إلى أي المجرات (أ) أم (ب) ينتمى نجم الشمس ؟**
٥. **أي المجرات (٤) أم (٥) كمية الغازات والأغبرة بين نجومها أكبر ، وأيها عمر نجومها أكبر ؟**

❖ نشأة الكون

☒ **وضح المقصود بالكون ؟ علم الكون ؟**

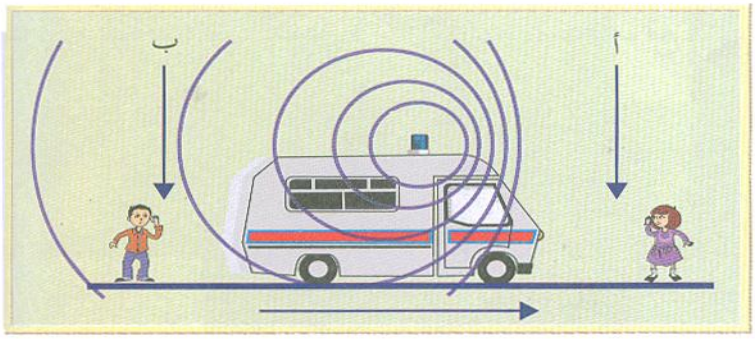
- **الكون** : كل ما هو موجود من أجرام سماوية ومادة وطاقة وفضاء يحوي هذه المكونات ، وتعتبر **المجرات** هي وحدة بناء الكون الأساسية .

- **علم الكون** : " العلم الذي يبحث في نشأة الكون ، ومكوناته ، وكيفية نشأته ، وزمن بدايته ونهايته ، فضلاً عن دراسة جميع الفرضيات والنماذج التي تقدم تفسيراً لنشأته .

❖ تمدد الكون :

- العالم سلايفر اثبت ان المجرات البعيدة تظهر أطيافها إنزياحاً نحو الأحمر مما يدل على تباعدها عنا .
- العالم دوبلر : تأثير دوبلر

لاحظ دوبلر أنه كلما ابتعد مصدر صوتي او ضوئي عنا يقل التردد ويزداد الطول الموجي وينزاح نحو الأحمر .



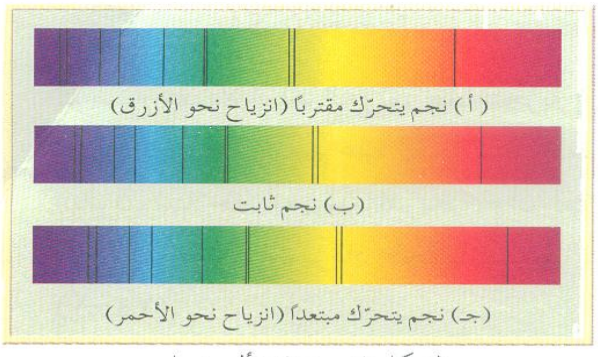
الشكل (١–٢٧): تأثير دوبلر.

الخلاصة

- الأجسام التي تصدر أمواجاً ، وتتحرك باتجاه الراصد يقل طولها الموجي مما يعني انزياح طيفها نحو الأزرق الانزياح نحو الازرق يؤكد **قرب المصدر**) .
- الأجسام التي تصدر أمواجاً وتتحرك مبتعدة عن الراصد فيزداد طولها الموجي مما يعني انزياح طيفها نحو الأحمر (الانزياح نحو الأحمر يؤكد **بعد المصدر عنا**) .
- تأثير دوبلر يطبق على جميع الأجسام التي تصدر أمواج الصوت أو أمواج الضوء .
- **الانزياح نحو الأحمر لأطياف المجرات ، يعني :**

١. المجرات تبتعد عن بعضها البعض (عنا) . ٢. الكون يتمدد (يتوسع) .

أدرس الشكل المجاور الذي يمثل الأطياف الخطية الصادرة عن النجوم أ ، ب ، ج حيث النجم (ب) ثابت ، ثم اجب عما يأتي .



الشكل (١–٢٨): تأثير دوبلر.

أي النجمين (أ ، ج) يتحرك مقترباً وأيهما يتحرك مبتعداً عنا .. فسر إجابتك ؟

- النجم (أ) يتحرك مقترباً لان الطيف ينزاح نحو الأزرق بالمقارنة مع النجم الثابت (ب)

- النجم (ج) يتحرك مبتعداً لان الطيف ينزاح نحو الأحمر بالمقارنة مع النجم الثابت (ب) .

العالم أدوين هبل :

- قام بدراسة أطياف ٤٨ مجرة لمعرفة العلاقة بين بعد المجرات عنا وسرعة تباعدها .
- توصل هبل : أن المجرات تتحرك مبتعدة عنا وعن بعضها البعض ، وكلما زاد بعدها زادت سرعتها في الحركة . (أي وجود **علاقة طردية** بين المجرات وسرعة تباعدها) .
- نص قانون هبل : (سرعة تباعد المجرات تتناسب تناسباً طردياً مع بعدها عنا) .
- **قانون هبل : ع = هـ × ف**

حيث :

ع : سرعة تباعد المجرات كم / ث هـ : ثابت هبل (قيمة الثابت حالياً ٧٧ كم/ث/مليون فرسخ فلكي)

ف : بعد المجرة عن الشمس (مليون فرسخ فلكي) .

حفظ : ١ مليون فرسخ فلكي = ٣،١×١٠^١٩ كم = ٣،١×١٠^٢٢ م = ٣،٢٦×١٠^٦ سنة ضوئية .

تطبيقات

☒ **مجرة تبعد عن الشمس مسافة ٦٥٢ مليون سنة ضوئية ، احسب سرعة تباعدها .**
(هـ = ٧٧ كم/ث.مليون فرسخ)

ع = هـ × ف

ع = ٧٧ × ٢٠٠

= ١٥٤٠٠ كم/ث

نجد المسافة بملايين الفراسخ الفلكية

١ مليون فرسخ = ٣،٢٦×١٠^٦ سنة ضوئية

س = ٦٥٢×١٠^٦

س = ٢٠٠ مليون فرسخ فلكي

☒ **مجرة ما قدرها الظاهري (٥) وقدرها المطلق = -١٠ ، جد سرعة تباعدها أذا علمتا ان ثابت هبل ٧٧ كم/ث/مليون فرسخ فلكي .**

ق م = ق ظ + ٥ – ٥ لو.١ ف

-١٠ = ق ظ + ٥ – ٥ لو.١ ف

-٢٠ = -٥ لو.١ ف

٤ = لو.١ ف

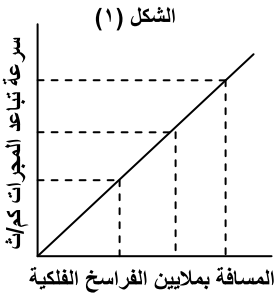
ف = ١٠^٤ فرسخ فكلي =١٠^-٢ مليون فرسخ فلكي

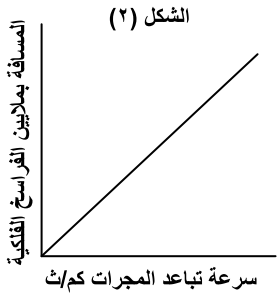
ع = هـ × ف

= ٧٧ × ١٠^-٢

= ٠،٧٧ كم/ث

☒ **ادرس الشكلين (أ ، ب) الذي يوضح العلاقة بين بعد المجرة عن الشمس وسرعة ابتعادها ثم أجب عما يلي :**





- ماذا يمثل ميل الخط البياني في الشكل (أ) ؟

ميل الخط = ثابت هبل (هـ)

- **في الشكل (٢)**

$$\text{ميل الخط} = \frac{١}{\text{ثابت هبل (هـ)}}$$

ملاحظات

☒ **المجرة SBb تتكون من ١٠٠٠٠ نجم شدة إضاءة كل نجم تعادل شدة إضاءة نجم س الذي قدره الظاهري ٥ ، جد :**

١- القدر الظاهري للنجم ؟

٢- القدر المطلق للمجرة اذا علمت ان بعدها عنا ١٠٠ مليون فرسخ فلكي .

☒ **ادرس الجدول المرفق الذي يوضح الأقدار المطلقة وسرعة ابتعاد بعض المجرات عنا ، ثم أجب عما يلي :**

المجرة	رمزها	القدر المطلق	سرعة الابتعاد كم/ث
أ	E.	-٣	٢٠٠٠٠
ب	Sa	-٥	٨٠٠٠
ج	SBb	-١	٦٠٠٠
د	Irr	-١٠	٢٠٠٠

١- أي المجرات لها أعلى سطوع ؟

٢- صنف المجرة (ب) ؟

٣- أي المجرات تظهر انزياحاً أكبر نحو الأحمر ؟ فسر ذلك ؟

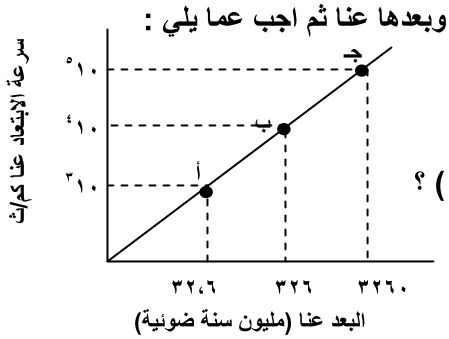
٤- قارن بين المجرة (أ) و (ب) من حيث :
نوعها – كمية الغازات والاغبرة بين نجومها – عمر المجرة .

٥- ما بعد المجرة (ب) عنا ، إذا علمت ان ثابت هابل ١٠٠ كم/ث مليون فرسخ فلكي ؟

٦- ما القدر الظاهري للمجرة (ب) ؟ (لو ١٠ ^{٨} = ٠،٧)

٧- أي المجرات الأعلى شدة إضاءة ؟

☒ **ادرس الشكل المجاور الذي يوضح العلاقة بين سرعة ابتعاد المجرات وبعدها عنا ثم اجب عما يلي :**



١- ماذا يمثل ميل الخط البياني ؟

٢- ما قيمة ثابت هابل ؟

٣- أي المجرات تظهر انزياحاً نحو الاحمر ؟

٤- ما القدر المطلق للمجرة (ب) اذا كان قدرها الظاهري (+٢٥) ؟
(١ مليون فرسخ = ٣،٢٦ مليون سنة ضوئية)

ادرس المعلومات الواردة في الجدول الآتي :

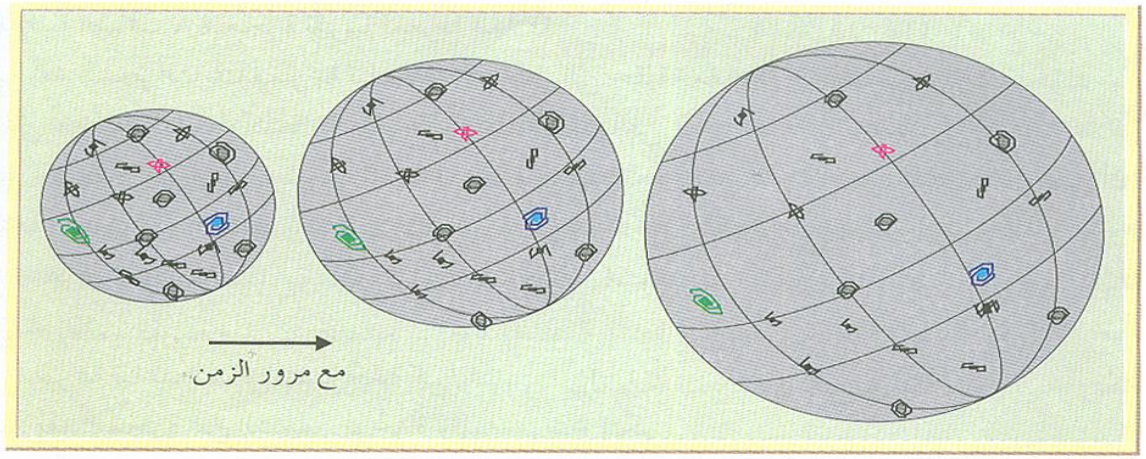
المجرة	البعد (مليون فرسخ فلكي)	سرعة الابتعاد (كم / س)
١	١٥	١٢٠٠
٢	١٩٠	١٥٤٠٠
٣	٢٨٠	٢٢٠٠٠
٤	٤٩٠	٣٩٤٠٠
٥	٧٦٠	٦٠٦٠٠

١- ما العلاقة التي تربط بين بعد المجرة وسرعة ابتعادها عنا ؟
٢- اكتب العلاقة التي توصل لها هابل رياضياً ، إذا علمت أن الثابت المستخدم هو ثابت هابل ؟
٣- ما وحدة ثابت هابل ؟
٤- ما نوع انزياح الطيف الذي تظهره هذه المجرات في أثناء حركتها ؟
٥- اذا كانت هذه المجرات تتباعد الآن ، كيف كانت قبل عشرة ملايين سنة ؟
٦- ما المجرة التي تظهر انزياحاً أكثر نحو الأحمر ؟
٧- أي المجرات أكثر سرعة تباعد عنا ؟
٨- أي المجرات اعلى شدة إضاءة ظاهرية ؟

١. العلاقة طردية كما عبر عنها إدوين هبل .
٢. ع = هـ × ف .
٣. هـ = كم / ث / مليون فرسخ فلكي .
٤. انزياح نحو الأحمر .
٥. كانت اقرب الى بعضها البعض .
٦. المجرة (٥) لأنها الأبعد عنا .
٧. المجرة (٥) .
٨. المجرة (١) لأنها الأقرب لنا .

❖ مفهوم تمدد الكون

لتوضيح مفهوم تمدد الكون ، نفذ : التجربة الذهنية الآتية : أحضر بالوناً مطاطياً كروي الشكل (يمثل الفضاء) وارسم عليه لطخات من الحبر (كل لطخة تمثل مجرة) ، ثم انفخ الهواء داخل البالون ، ستلاحظ أنه يتمدد تدريجياً وأن المواقع النسبية للطخات لا تتغير ، وأن المادة المطاطية هي التي تتوسع ويزداد حجمها بملئها بالهواء ، فتتباعد اللطخات بنسب ثابتة ، انظر الشكل .



الشكل (١-٢٩): نموذج يُمثّل تباعد المجرات.

وهذا يقارب ما يحدث للكون ، فالكون في حالة تمدد مستمر ، وهناك تناسب ثابت في مكوناته من المجرات . فتمدد الكون يعني تباعد المجرات تدريجياً عن بعضها ، ولا يعني تباعدها في "وعاء" ثابت موجود سابقاً هو الفضاء (المكان الذي توجد فيه المجرات) ، الذي يتوسع حاملاً معه المجرات – ثابتة المواقع نسبياً – في التصور الفيزيائي الحديث .
وهذا التوسع يكون للمجرات في الكون لا لمكونات المجرات نفسها من النجوم ، فنجوم المجرة الواحدة تحافظ في ثباتها النسبي داخل المجرة .

❖ عمر الكون

- عمر الكون التقريبي يعتمد على قيمة ثابت هبل .

$$\text{عمر الكون التقريبي} = \frac{١}{\text{هـ}}$$

موقع الأوائل

☒ **احسب عمر الكون التقريبي اعتماداً على قيمة ثابت هبل ٧٧ كم/ث/مليون فرسخ فلكي .**
(١ مليون فرسخ فلكي = ٣،١ × $١٠^{١٩}$ كم) (١ سنة = ٣،١ × $١٠^{٧}$ ثانية) .

عمر الكون = $\frac{١}{\text{هـ كم}}$ × ث × مليون فرسخ فلكي

$\frac{١}{٧٧} \times \frac{١}{٣،١ \times ١٠^{٧}}$ سنة × ٣،١ × $١٠^{١٩}$ كم

= ١٢،٩٨٧ × $١٠^{٩}$ سنة

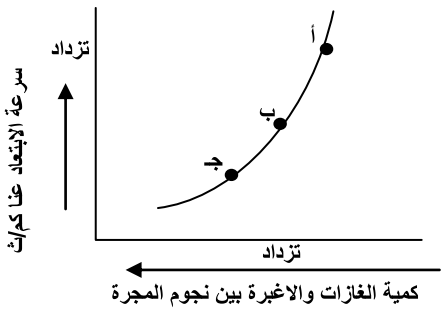
١ سنة = ٣،١ × $١٠^{٧}$

١ ثانية = $\frac{١}{٣،١ \times ١٠^{٧}}$ سنة

☒ **ما عمر الكون حسب تقدير العلماء ؟**
قدر العلماء عمر الكون بنحو ١٣،٧ مليار سنة (والله تعالى اعلم) .

☒ **ما هي إستنتاجات العالم هبل ؟**
الكون في حالة توسع او تمدد ، أي أن المجرات قبل مليارات السنين كانت أقرب إلى بعضها ، الأمر الذي دل على وجود الكون في حيز متقارب جداً في الزمن الغابر .

ملاحظات :



☒ **ادرس الشكل المجاور ، ثم أجب عما يلي .**

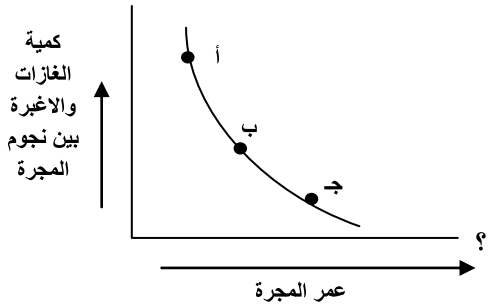
١. **أي المجرات المشار اليها بالرموز تمثل المجرات (الاهليلجية ، الحلزونية ، غير المنتظمة) .**

٢. **أي المجرات الثلاث ، الأبعد عنا ، فسر إجابتك ؟**

٣. **أي المجرات الأكثر انزياحاً نحو الأحمر ؟**

٤. **أي المجرات الثلاث ، الأكبر عمراً ؟**

☒ ادرس الشكل المجاور ، ثم اجب عما يلي :



١. أي المجرات المشار اليها بالرموز تمثل المجرات (الاهليلجية ، الحلزونية ، غير المنتظمة) .
٢. أي المجرات الاكثر انزياحاً نحو الاحمر ؟
٣. اذا علمت ان سرعة ابتعاد المجرة جـ عنا ١٠٠٠٠ كم/ث وثابت هابل (١٠٠) كم/ث . مليون فرسخ ، فما بُعد المجرة عنا ؟

☒ مجرة ما تبعد عنا ٣٣٠ مليون سنة ضوئية ، وسرعة ابتعادها عنا ١٠٠٠٠ كم/ث ، فما عمر الكون ؟
(١ مليون فرسخ = ٣،٣ مليون سنة ضوئية) (١ سنة = ٣ × $١٠^{+٧}$ ثانية) (١ مليون فرسخ = ٣ × $١٠^{١٩}$ كم)

☒ مجرة ما معامل المسافة لها ٢٠ ، فما سرعة ابتعادها عنا ؟ (ثابت هابل ١٠٠ كم/ث .مليون فرسخ)

☒ من أكثر النظريات قبولاً بين العلماء والتي تفسر نشأة الكون هي "نظرية الانفجار العظيم"

١. ما نصه ؟
٢. ما مراحل تشكل الكون حسب الانفجار العظيم ؟
٣. ما الشواهد الفلكية التي تعد دليلاً على الانفجار العظيم ؟

١. نص الانفجار العظيم :

كل ما نعرفه من مادة وطاقة وفضاء ومكان في الكون كان موجوداً في حيز صغير جداً يدعى الذرة البدائية التي تمتاز بكثافتها اللانهائية ودرجة حرارتها العظيمة جداً ، والتي تمثل لحظة خلق الكون . **اي ان عمر الكون كان حينها صفراً وبقدرة الله تمدد هذا الخير ليأخذ شكل الكون اليوم .**

٢. مراحل تشكل الكون حسب الانفجار العظيم .

أ. في لحظة الصفر انفجر الكون انفجاراً عظيماً ساخناً ، ومع مرور الوقت انخفضت درجة الحرارة حتى وصلت الآن الى ٢,٧ كلفن في جميع أرجاء الكون .

ب. في هذه الأثناء تطورت مادة الكون من جسيمات الذرة البدائية ، الى الالكترونات والبروتونات والنيوترونات ، وانتهت بتكوين ذرات العناصر الخفيفة (**He , H**) .

ج. من ذرات العناصر الخفيفة تكونت النجوم ثم المجرات وأصبح الكون كما نعرفه الآن .

٣. من الشواهد الفلكية الداعمة لنموذج الانفجار العظيم :

أ. إشعاع الخلفية للكون . ب. ظاهرة الانزياح نحو الأحمر لأطياف المجرات .

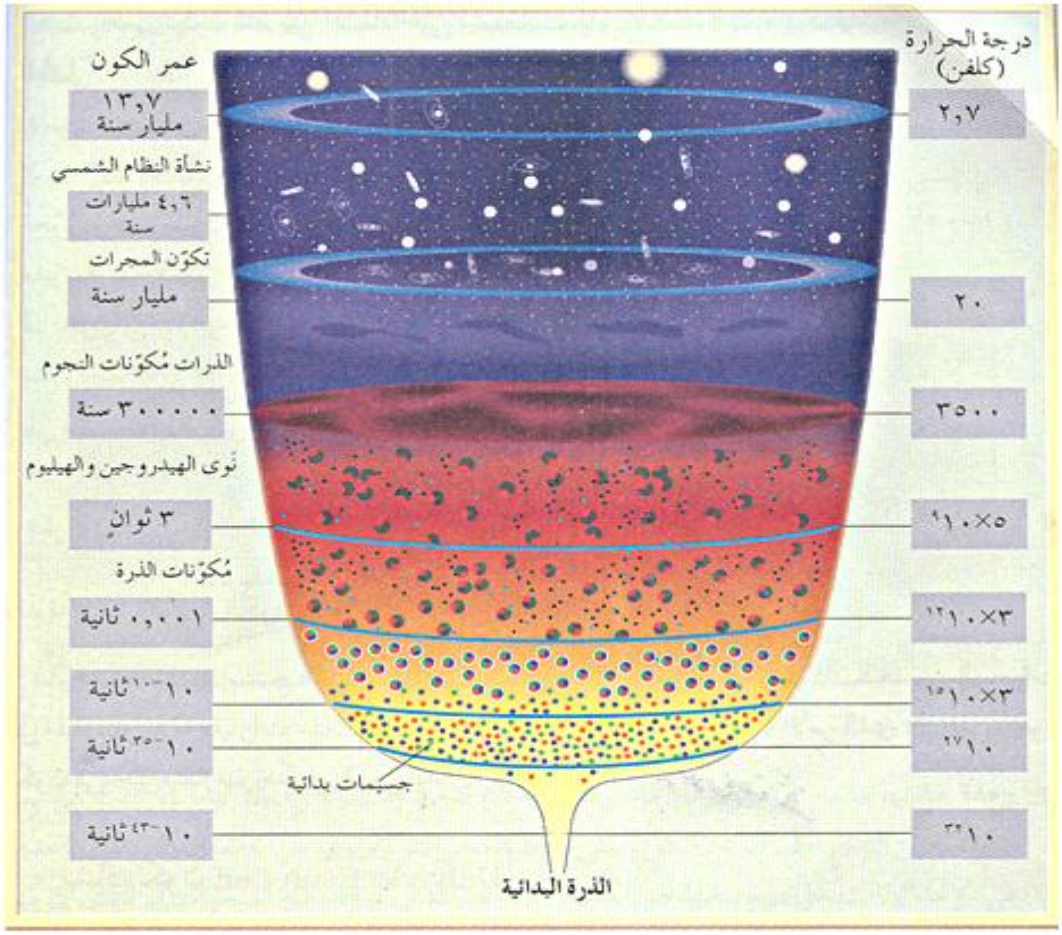
☒ **ما درجة حرارة إشعاع الخلفية للكون ؟**

درجة الحرارة ٢,٧ كلفن .

☒ **وضح المقصود بإشعاع الخلفية للكون ؟**

هو إشعاع كهرومغناطيسي يمثل إشارات راديوية قصيرة (مليمترية) منتظمة قادمة من اتجاهات السماء كافة ، وفي الأوقات كلها دون أدنى توقف او تغير ، **ويعتقد أنه قد تكون بعد ٣٠٠ ألف سنة من الانفجار العظيم** ، أي عند تشكل العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهيليوم .

☒ **ادرس الشكل الذي يمثل نموذج (فرضية) الانفجار العظيم ، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه ؟**



الشكل (١-٣٠): الانفجار العظيم*.

١. **بكم سنة يقدر عمر الكون في العصر الحديث ؟** (١٣،٧) مليار سنة .

٢. **ما درجة حرارة الكون الآن ؟** (٢،٧) كلفن .

٣. **ما العلاقة بين عمر الكون ودرجة حرارته ؟** عكسية (كلما زاد عمر الكون انخفضت درجة حرارته) .

أسئلة الفصل

١. **ما القدر المطلق لمجرة تبتعد عنا بسرعة ٧٧٠٠ كم/ث إذا كان قدرها الظاهري ١٠ ؟. ثابت هبل = ٧٧ كم/ث/مليون فرسخ .**

ع = هـ × ف
٧٧٠٠ = ٧٧ × ف
ف = ١٠٠ مليون فرسخ = $١٠^{٨}$ فرسخ فلكي

ق م = ق ظ + ٥ – ٥ لو.١ ف
ق م = ١٠ + ٥ – ٥ لو.١ $١٠^{٨}$
= ١٥ – ٤٠
ق م = -٢٥

٢. **ما رمز كل مجرة من المجرات الآتية ؟**

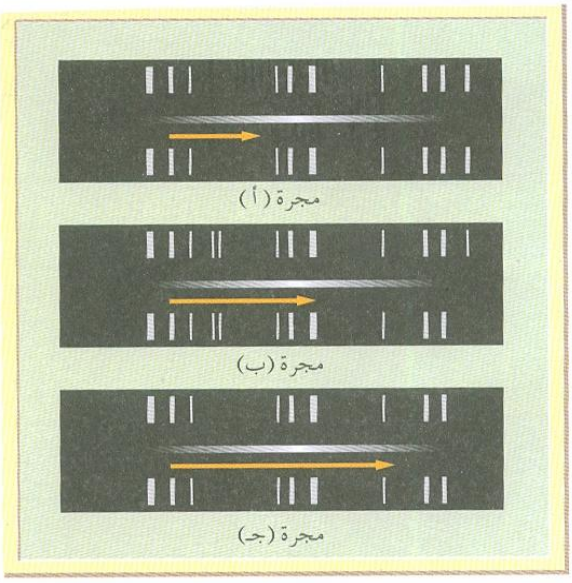
أ- **مجرة حلزونية مركزها كروي ، وأذرعها شديدة الانفتاح ؟** Sc

ب- **مجرة حلزونية مركزها كروي ، وأذرعها شديدة الانفتاح ؟** SBa

ج- **مجرة إهليلجية شديدة الاستطالة ؟** $E_{٧}$

د- **مجرة غير منتظمة الشكل ؟** Irr

٣. **ادرس الشكل المجاور الذي يمثل أطياف بعض المجرات ، ملاحظاً السهم الأصفر يمثل شدة انزياحها نحو الأحمر حسب اختلاف بعدها عنا ، ثم أجب عن الأسئلة الآتية :**



الشكل (١–٣١): الانزياح نحو الأحمر لأطياف بعض المجرات.

أ- **ما رمز أبعد المجرات ؟** (ج)

ب- **ما النظرية التي يدعمها هذا الشكل ؟ وضح إجابتك**

الانفجار العظيم : الانزياح نحو الأحمر لأطياف المجرات يعني أن المجرات تبتعد عن بعضها البعض لازدياد سرعة حركتها وبالتالي الكون يتوسع (يتمدد) ، وهذا لا يتعارض بل يدعم نموذج الانفجار العظيم الذي ينادي بتوسع الكون وافترض ان الكون كان في حيز صغير جداً يدعى الذرة البدائية وتمدد هذا الحيز عبر الزمن ليأخذ الشكل الذي نعرفه اليوم .

ج- **إذا علمت أن سرعة ابتعاد المجرة (ب) يساوي ٣٩٠٠٠ كم/ث . فاحسب بعدها عنا .**

ع = هـ × ف ⇐ ٣٩٠٠٠ = ٧٧ × ف

ف = ٥٠٦،٤٩ مليون فرسخ فلكي .

د- **ما رمز المجرة التي شدة إضاءتها لظاهرية أكبر ؟**

(أ) لأنها المجرة الأقرب لنا (شدة الإضاءة الظاهرية تتناسب عكسياً مع البعد (المسافة)) .

هـ - **اذا علمت ان المجرة (ج) تبعد عنا مسافة (٩٤٠) مليون فرسخ فلكي . فما سرعة تباعدها ؟**

ع = هـ × ف ⇐ ع = ٧٧ × ٩٤٠ ⇐ ع = ٧٢٣٨٠ كم/ث .

٤. قارن بين أنواع المجرات من حيث المكونات والعمر ، استناداً إلى مخطط الشوكة الرنانة . رتب معلوماتك في جدول .

وجه المقارنة	المجرات الاهليلجية	المجرات الحلزونية	المجرات المنتظمة
المكونات	- تحتوي كمية قليلة من الغاز والغبار - نجومها هرمة	- تحتوي كمية كبيرة من الغاز والغبار - نجومها شابة	- غنية بالغاز والغبار (الأكثر) - نجومها تعد حديثة العهد
العمر	- اكبر مجرات عمراً	مجرات متوسطة العمر	مجرات حديثة العهد

٥. فسر سبب عدم قدرة العلماء على رصد أجرام أبعد من ١٣،٧ مليار سنة تقريباً ؟

لان ١٣،٧ مليار سنة تمثل عمر االكون كما قدره العلماء ، وبالتالي فإن أبعد المجرات تكون على بعد يقارب هذا الرقم ووجود مجرات أبعد يعني أن تكون أكبر عمراً وهذا غير موجود .

أسئلة إضافية

١. نجمان (أ ، ب) شدة الإضاءة الظاهرية للنجم أ (١٠٠٠٠) ضعف شدة إضاءة النجم ب ، جد :

١- القدر الظاهري للنجم (أ) اذا كان قدر ب الظاهري = -٥ .

٢- القدر المطلق للنجم (أ) اذا كان بعده عنا ١٠٠٠ فرسخ فلكي .

٢. نجمان (أ ، ب) القدر الظاهري للنجم أ = -١ ، وشدة إضاءته الظاهرية ٠،٠١ من شدة إضاءة النجم (ب) ، إذا علمت أن بعد النجمين عنا (أ ، ب) على الترتيب (١٠٠٠،١٠٠) فرسخ فلكي ، جد القدر المطلق للنجمين (أ ، ب) .

٣. نجمان (س ، ص) النجم س قدره الظاهري (٣) وشدة إضاته (١٠٠) ضعف إضاءة (ص) الظاهرية جد القدر المطلق للنجم (ص) اذا علمت ان بعده عنا ١٠٠٠ فرسخ فلكي .

٤. نجم (س) قدره المطلق (٢) ويبعد عنا ١٠٠ فرسخ فلكي ، اذا علمت شدة إضاءة النجم (س) الظاهرية (١٠٠٠) ضعف شدة إضاءة ص فما القدر الظاهري للنجم ص .

٥. نجم قيفاوي ، الفرق بين قدره الظاهري والمطلق = ٥ ، فما بعده عنا بالفراسخ الفلكية .

٦. نجم قيفاوي ، الفرق بين قدره المطلق والظاهري = ٥ ، فما بعده عنا بالفراسخ الفلكية .

٧. نجم قيفاوي ، قدره المطلق = ٥ أضعاف قدره الظاهري ، اذا علمت ان بعده عنا ١٠° فرسخ فلكي ، ما قدره المطلق والظاهري .

٨. نجم قيفاوي ، قدره المطلق يساوي قدره الظاهري ، جد بعده بالفراسخ الفلكية والسنوات الضوئية .

٩. نجمان (أ ، ب) لهما نفس السطوع ، اذا كان القدر المطلق للنجم أ = ٥ ، جد بعد النجم (ب) عنا بالفراسخ الفلكية اذا علمت أن قدره الظاهري (-٥) .

١٠. نجمان (أ ، ب) ، سطوع النجم أ (١٠ أضعاف) سطوع النجم ب إذا علمت أن بعد النجم (أ) ١٠ أضعاف بُعد النجم (ب) عنا . جد القدر الظاهري للنجم (أ) اذا كان القدر الظاهري للنجم (ب) = -١ .

١١. نجمان (أ ، ب) ، سطوع النجم أ = ١٠ أضعاف سطوع النجم ب ، وشدة الاضاءة الظاهرية للنجم (أ) ١٠٠٠ ضعف شدة اضاءة النجم (ب) ، اذا كان بعد النجم (أ) = ١٠٠٠ فرسخ فلكي ، فما بعد النجم (ب) عنا بالفراسخ الفلكية ؟

١٢. نجم قدره الظاهري (٥) وقدره المطلق (١٠) . ما المسافة التي ينبغي ان يوضح فيها هذا النجم لتزداد شدة إضاءته ١٠ مرات .

١٣. نجم ما قدره الظاهري (-١) احسب قدره المطلق ، إذا علمت ان شدة إضاءته الظاهرية زادت بمقدار ١٠٠٠ مرة (ضعف) عند وضعه على بعد ١٠ فراسخ فلكية ؟

١٤. اذا علمت ان درجة حرارة سطح نجم ما مساوية لدرجة حرارة الشمس (٦٠٠٠) كلفن ، وله موجة طولها ٠،٥ ميكروميتر ، ما طول موجة نجم آخر درجة حرارته السطحية (١٢٠٠) كلفن ؟

١٥. يصدر جسم ما طاقة إشعاعية عظمى طول موجتها (٥٠٠٠)A عند درجة حرارة (٥٠٠٠) كلفن . جد طول موجة الذروة الصادرة عن الجسم نفسه عند درجة حرارة (٣٧٢٧) س .

١٦. نجم كروي الشكل ، درجة حرارته السطحية ٢٧٢٧ س ونصف قطره المرئي $\sqrt{\frac{٧}{٢٢}} \times ١٠^{٣}$ كم ، جد سطوعه ، اذا علمت أن ثابت ستيفان ٥،٦٧ $\times ١٠^{-٨}$ ؟

١٧. نجم ما سطوعه $١٠^{١٢}$ واط ، ودرجة حرارته السطحية ٢٧٢٧ س . جد :

١) نصف قطره ٢) موجة الذروة الصادرة عنه

١٨.تحول أحد النجوم إلى نجم عملاق تدريجياً فازداد نصف قطره ٥٠ مرة وسطوعه ١٠٠٠ مرة ، عما كان عليه قبل التحول . ما مقدار التغير الحاصل في درجة حرارته السطحية ؟

١٩.نجمان (أ ، ب) نصف قطر النجم أ ١٠ أضعاف نصف قطر النجم ب ، وسطوع النجم أ (١٠٠) ضعف سطوع النجم (ب) اذا علمت ان درجة حرارة النجم (أ) = ١٠٠٠ كلفن ، فما درجة حرارة النجم (ب) ؟

٢٠.نجمان (س ، ص) درجة الحرارة السطحية للنجم (س) ١٠ أضعاف درجة حرارة النجم (ص) ، ونصف قطر النجم (س) ١٠ أضعاف نصف قطر النجم (ص) . جد النسبة بين سطوع النجمين ؟

٢١.نجمان (س ، ص) النجم (س) يصدر طاقته عند موجة ذروة ١٠ أضعاف طول موجة الذروة للنجم (ص) اذا علمت نصف قطر النجم (ص) ضعفي نصف قطر النجم (س) . جد :

١- النسبة بين درجتي حرارة النجمين (س ، ص) .

٢- النسبة بين سطوع النجمين (س ، ص) .

٢٢.نجمان (أ ، س) النجم س سطوعه ١٠ أضعاف سطوع النجم أ ، والنجم أ يصدر طاقته عند موجة الذروة ١٠ أضعاف طول موجة الذروة الصادرة عن النجم (س) . اذا علمت ان نصف قطر النجم س = ١٠٠٠ كم ، فما نصف قطر النجم (أ) ؟

٢٣.نجمان (أ ، ب) القدر الظاهري للنجم (أ) = -٥ والقدر الظاهري للنجم (ب) = -١٠ ، اذا كان بعد النجم أ = ١٠٠٠ فرسخ فلكي ، وبعد النجم ب = ١٠٠ فرسخ فلكي . جد النسبة بين سطوع النجمين (أ ، ب) ؟

٢٤.نجمان (أ ، ب) النجم أ سطوعه ١٠٠ ضعف سطوع النجم ب ، وبعد النجم أ (١٠) أضعاف بعد النجم ب . جد :

١- النسبة من شدتي اضاءة النجمين الظاهرية ؟

٢- القدر الظاهري للنجم أ اذا علمت ان قدر ب = -٥ ؟

٢٥.نجمان متساويان في سطوعهما ، نصف قطر احداهما ضعفي نصف قطر الآخر ، جد النسبة بين درجتي حرارة النجمين ؟

٢٦.نجمان (أ ، ب) لهما نفس السطوع ، اذا كان بعد النجم أ (١٠) أضعاف بعد النجم ب ، جد :

١- الفرق بين أقدارها الظاهرية .

٢- قدر النجم ب اذا كان قدر النجم أ = -١ .

٣- القدر المطلق للنجمين . " بعد النجم أ = ١٠٠ فرسخ فلكي"

٢٧.نجمان لهما نفس السطوع ، إذا علمت أن شدة الإضاءة الظاهرية للنجم (أ) ١٠٠ ضعف شدة إضاءة النجم ب .
جد :
١- بعد النجم أ عنا ، اذا كان بعد النجم ب = ١٠٠٠ فرسخ فلكي .
٢- القدر المطلق للنجم ب ، اذا علمت ان قدره الظاهري = -٥ .

٢٨.نجم ما زادت شدة إضاءته الظاهرية ١٠٠ ضعف عند وضعه على بعد ١٠ فراسخ فلكية ، ما قدره المطلق اذا كان قدره الظاهري = -١ ؟

٢٩.نجم ما معامل المسافة له (٥) جد :
١- بعده عنا بالفراسخ الفلكية . ٢- قدره الظاهري اذا علمت ان قدره المطلق -٥ .

٣٠.أكمل الجدول التالي :

النجم	أ	ب	ج
القدر الظاهري			
شدة الإضاءة الظاهرية	ش أ	١٠٠ ش أ	٠،٠٠١ ش أ
القدر المطلق	-٥		٥
البعد عنا (فرسخ فلكي)	١٠٠٠ ف ف	١٠٠ فرسخ فلكي	

ملاحظة : ف .ف فرسخ فلكي .

٣١.مجرة تبعد عنا مسافة ٣١٠ × ١٠^{٢٠} كم . جد سرعة تباعدها . (هـ = ٧٧ كم/ث . مليون فرسخ فلكي) .

٣٢.مجرة قدرها المطلق -٣٠ وقدرها الظاهري -٥ . جد سرعة تباعدها (هـ = ٧٧ كم/ث . مليون فرسخ فلكي) .

٣٣.ما القدر الظاهري لمجرة سرعة تباعدها ٧٧٠٠٠ كم/ث . اذا كان قدرها المطلق -١٠ (هـ = ٧٧ كم/ث . مليون فرسخ فلكي)

٣٤.مجرة سرعة تباعدها ٧٧٠٠٠ كم/ث . تبعد عنا ١٠٠٠ مليون فرسخ فلكي . جد عمر الكون ؟

٣٥.جد عمر الكون التقريبي اعتماداً على قيمة ثابت هبل ١٠٠ كم/ث . مليون فرسخ فلكي .
(١ سنة = ٣ × ١٠^٧ ثانية ، ١ مليون فرسخ فلكي = ٣ × ١٠^١٩ كم) .

٣٦.نجمان متساويان في درجة الحرارة السطحية ، الاول اسطع بمقدار ١٠٠٠٠ مرة من الثاني ، أيهما أكبر قطراً ، ما النسبة بين أنصاف أقطارها .

٣٧.نجم قلب العقرب سطوعه = ٩١٢٠ مرة سطوع الشمس ، ودرجة حرارته السطحية = ٣٣٤٠ كلفن ، اذا علمت ان درجة حرارة الشمس السطحية ٥٨٤٠ كلفن . ما قطره بالنسبةلقطر الشمس ، اذا علمت ان قطر الشمس ١٣٩٢٠٠٠ كم . في أي فنة من نجوم مخطط H – R يمكن وضعه .

٣٨.جد طول موجة الذروة لاشعاع الكون بعد ٣٠٠ ألف سنة (عام) من الإنفجار العظيم عندما كانت درجة حرارته ٣٥٠٠ كلفن (بافتراض أنه جسم أسود) .

٣٩.مجرة تبعد عنا مسافة ٤ × ١٠^٥ فرسخ فلكي ، فإذا كان ثابت هبل ٧٧ كم/ث.مليون فرسخ فلكي :
١- ما عمر الكون بالسنوات .
٢- ما سرعة ابتعاد هذه المجرة عنا .
٣- ما نوع انزياح الطيف الذي تظهره هذه المجرة .

٤٠.مجرة حلزونية موجودة في مجموعة الدب الاكبر وتبعد عن الأرض مسافة ٢٤٧٧٦ ألف سنة ضوئية . احسب سرعة ابتعاد هذه المجرة اذا علمت ان ثابت هبل ٧٧ كم/ث . مليون فرسخ فلكي .

٤١.جد سرعة تباعد مجرة عنا بعدها ١٠٠٠٠ فرسخ فلكي . ثابت هبل ٧٧ كم/ث. مليون فرسخ فلكي .

٤٢.جد بعد مجرة عنا ، اذا علمت انها تتحرك مبتعدة بسرعة ٣٠٠٠ كم/ث . ثم احسب عمر الكون .

٤٣.ما المسافة بين مجرتين تتباعدان عن بعضهما بسرعة ١٠٠ × ١٠^٣ كم/ث . (ثابت هابل ١٠٠ كم/ث . مليون فرسخ) .

٤٤.اذكر مراحل حياة نجم كتلته وهو وليد تعادل ضعفي كتلة الشمس .

٤٥.نجم درجة حرارته السطحية ١٠٠٠٠ كلفن ، ونصف قطره $\sqrt{\frac{٧}{٢٢} \times ١٠^{٨}}$ م جد :

١- سطوعه ٢- ما طول موجة الذروة الصادرة عن النجم .

٤٦. نجمان (أ ، ب) متساويان في القدر المطلق ، النجم (أ) قدره الظاهري ٥ ويبعد عنا ١٠٠٠ فرسخ فلكي . جد القدر الظاهري للنجم ب الذي يبعد عنا ١٠٠ فرسخ فلكي .

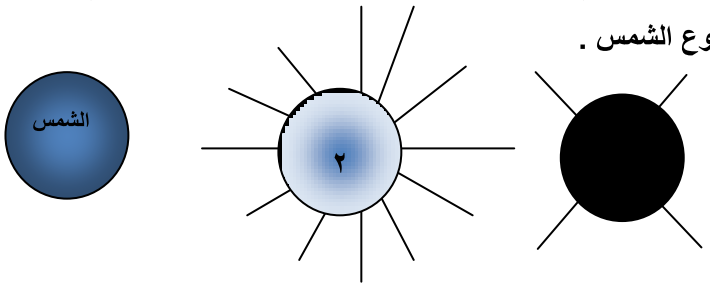
٤٧.نجمان (أ ، ب) النسبة بين شدتي إضاءتيهما الظاهرية = ١٠٠٠ ، اذا كان قدر النجم أ الظاهري (٤) . ما القدر المطلق للنجم ب الذي يبعد عنا ٣٢٦ سنة ضوئية .

٤٨.نجمان (س ، ص) طول موجة الذروة الصادرة عنهما على التوالي ٢٩٠٠ ، ٥٨٠٠ A° . اذا كان سطوع النجم (س) ١٠ أضعاف سطوع النجم (ص) :

١- أي النجمين اكبر حجماً .

٢- ما نصف قطر النجم (س) اذا كان نصف قطر النجم ص = ١٠٠ كم .

٤٩.يمثل الشكل المجاور الشمس التي تبلغ درجة حراتها السطحية ٦٠٠٠ كلفن وسطوعها ١ ، ونجمين (١ ، ٢) حجمهما مساو لحجم الشمس ، ودرجة حرارتهما مختلفة . ادرسه ثم حدد سطوع كل من النجمين (١ ، ٢) نسبة إلى سطوع الشمس .



٥٠.نجمان (س ، ص) النجم س يبعد عنا (١٠) فراسخ فلكية ، بينما يبعد النجم (ص) (٢٠) فرسخ فلكي ، ونصف قطر النجم (س) ضعف نصف قطر النجم (ص) ، بينما درجة حرارة النجم (س) السطحية نصف درجة حرارة النجم (ص) السطحية . فإن سطوع النجم (س) ربع سطوع النجم (ص) . وان شدة إضاءة النجمين متساوية .

٥١.مجرة ما تحتوي على ١٠٠٠٠٠ نجم ، متوسط شدة اضاءة كل نجم من النجوم يساوي متوسطة شدة اضاءة النجم (ص) ، فاذا علمت ان قدر (ص) الظاهري = +٢٥ ، فما سرعة ابتعاد المجرة عنا اذا كان قدرها المطلق = -١٠ وثابت هابل (٧٧ كم/ث/مليون فرسخ فلكي) ؟

٥٢.نجمان (س ، ص) شدة اضاءة النجم س ضعف شدة اضاءة النجم ص ، والقدر الظاهري للنجم (س) يساوي (+١٢) فإذا كان بعد النجم (س) (١٠٠٠) فرسخ فلكي وصنفه الطيفي (F) وبعد النجم ص يساوي (١٠) فراسخ فلكية وصنفه الطيفي (A) . فإن أي مجموعا ت النجوم ينتمي النجمان على مخطط H-R .
(لو ١٠ ٢ = ٠،٣)

٥٣.نجمان (أ ، ب) شدة إضاءة النجم (أ) ١٠٠ ضعف شدة إضاءة (ب) ، فاذا كان بعد النجم (أ) $\frac{١}{١٠}$ بعد النجم ب إذا كان قدر النجم (أ) المطلق = -٥ فما قدر النجم (ب) المطلق ؟

موقع الأوائل

٥٤.نجمان (أ ، ب) طول موجة الذروة الصادرة عن النجم أ (١٠) أضعاف موجة الذروة الصادرة عن النجم (ب) ونصف قطر النجم (أ) ١٠ أضعاف نصف قطر النجم (ب) فاذا كان بعد النجم أ (١٠) أضعاف بعد النجم (ب) . فما قدر النجم (أ) الظاهري إذا كان قدر (ب) الظاهري (-١) ؟

٥٥.مجرتين (س ، ص) شدة اضاءة نجوم المجرة (س) الظاهرية (١٠٠٠) ضعف شدة اضاءة المجرة (ص) اذا كان القدر الظاهري للمجرة س (-١) ، والقدر المطلق للمجرة (ص) (-٥) . فما سرعة ابتعاد المجرة (ص) عنا . (ثابت هبل ٧٧ كم /ث. مليون فرسخ فلكي) .