الفيزياء الفلكية

مفاهيم أساسية:

① الضوء يعتبر عبارة عن موجة كهرطيسية، طاقته

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

h: ثابت بلانك، f: تواتر الإشعاع، λ: الضوء المرئي:

أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر - نيلي - أزرق - بنفسجي

← يزداد طول الموجة λ : تنقص الطاقة

أي: بنقصان الطاقة يزاح الضوء نحو اللون الأحمر

② طول الموجة = السرعة / التواتر $\quad \lambda = \frac{v}{f}$

③ الضوء: موجة كهرطيسية: سرعة انتشارها c

مقدمة:

تتألف المجموعة الشمسية من ثمانية كواكب:

* أربعة منها غازية (البعيد): المشتري - زحل - أورانوس - نبتون
* أربعة منها صخرية (القريب): المريخ - الأرض - زهرة - عطارد

• في النجوم ومنها الشمس: هيدروجين وهيليوم ومعادن بنسب: تقل كمية الهيدروجين وتزداد كمية الهيليوم.

أي: يندمج الهيدروجين ليعطي الهيليوم ويتحول النقص في الكتلة إلى طاقة

$$\Delta E = mc^2$$

إذ: "يتم الاندماج تحت تأثير الضغط والحرارة المرتفعين: حسب نظرية السديم"

سؤال: مثال: قارن بين الكواكب والنجوم من حيث: الإشعاع، الموقع، الحركة، الوضوح.

المقارنة	الكواكب	النجوم
الإشعاع	أكثر بياضاً	أقل بياضاً
الحركة	تتحرك في مجال معين بالنسبة لمراقب على الأرض	تنتشر على امتداد القبة السماوية
المواقع	متغيرة	تبقى بمكيلات ثابتة (كما تبدو)
الوضوح	أكثر وضوحاً	تبدو نقاط مضيئة.

ملاحظة: وفق نظرية السديم:

يبدأ التفاعل النووي داخل النجم عندما تنهار سحابة مكونة من الغازات والحبيبات: تتولد كرة كبيرة من الضوء

نتيجة: يمكن تحديد كتلة النجم وعمره وتركيبه الكيميائي وعدة خصائص أخرى بملاحظة ودراسة طيفه وسبر إخباته وحركته.

الانزياح نحو الأحمر:

لاحظ العالم هابل: انزياح طيف المجرات نحو الأحمر كلما كانت أبعد

• إن الضوء: ضوء طيفي مرئي: موجة كهرطيسية، ويزداد الطول الموجي باقتراب من اللون الأحمر

وهذا يعني: تتراجع المجرات مبتعدة عنا.

تأثير دوبلر: إن الصوت موجة.

* في حال منبع ساكن بالنسبة لمراقب: تشغل الموجة

مسافة λ

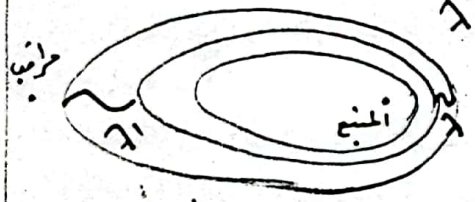
$$\lambda = \frac{v}{f}$$

v: سرعة انتشار الموجة

f: تواتر الموجة.

* ماذا يحدث عندما يبتعد المنبع المولد للموجة عن المراقب بسرعة v':

تشغل موجة λ'



$$\lambda' = \frac{v+v'}{f} = \frac{v+v'}{\frac{v}{\lambda}} = \left(1+\frac{v'}{v}\right)\lambda$$

λ' أكبر من λ ←

نتيجة: عندما يبتعد منبع موجي عن مراقب فإن الطول الموجي يزداد، وبما أن الضوء ذو الطول الموجي الأكبر هو الأحمر ← يزاح الطيف نحو اللون الأحمر

ملاحظة:

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$: نسبة انزياح طول الموجة إلى طولها الأصلي

حيث $\quad \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

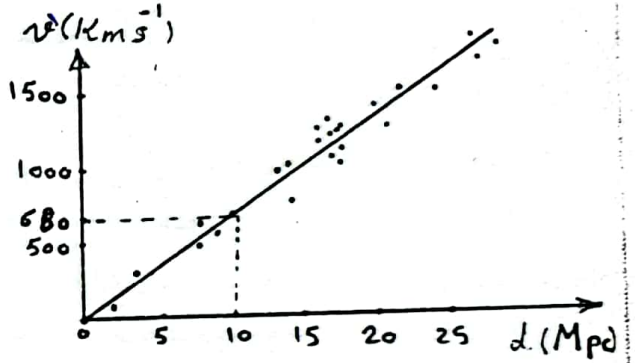
ملاحظة: الفرسخ الفلكي : pc

الفرسخ الفلكي = 3,26 سنة ضوئية

$pc = 3,26 \times 3\times10^{8} \times 365,25 \times 24 \times 60 \times 60$

$pc \simeq 3\times10^{16}\ m$

ثابت هابل H_0



يمثل الخط البياني : سرعة المجرة بالنسبة لنا بدلالة بعد المجرة عنا

لاحظ هابل : انزياح طيف المجرات الأكثر بعداً عنا نحو اللون الأحمر : أي ازدياد في الطول الموجي وهذا يعني وفقاً دوبلر : زيادة في سرعة الابتعاد عنا ، وبدراسته زيادة سرعة المجرات بدلالة بعدها عنا : توصل هابل إلى أنه : «المجرة كلما كانت البعد ، كانت سرعة ابتعادها أكبر » وتحقق العلاقة $v = H_0 \cdot d$

$\Rightarrow H_0 = \frac{v}{d}$ (يمثل ميل المستقيم وواحدته s^{-1}) ثابت هابل

«وهذا يوافق نظرية الانفجار العظيم »

ويحسب ثابت هابل : من المنحنى

$H_0 = \frac{v}{d} = \frac{680}{10} = 68\ Kms^{-1}/Mpc$

$\Rightarrow H_0 = \frac{68\times10^{3}\ ms^{-1}}{10^{6}\,(3\times10^{16})\ m} = \frac{68}{3}\times10^{-19}\ s^{-1}$

(في الجملة الدولية)

تطبيق 1 : قيس بانزياح في طول موجة الهيدروجين لمجرة فكانت 5% مما كانت عليه ، أحسب بعد تلك المجرة عنا ، باعتبار $H_0 = 68\ Kms^{-1}/Mpc$

$pc = 3,26\ Light\ Year$, $c = 3\times10^{8}\ ms^{-1}$

الحل:

$\lambda' = (1+\frac{v'}{c})\lambda \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{v'}{c}\lambda$

$\lambda' - \lambda = \frac{v'}{c}\lambda \Rightarrow \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{5}{100}$, $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$

$v' = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}c = \frac{5}{100}\times3\times10^{8} = 15\times10^{6}\ ms^{-1}$

$d = \frac{v'}{H_0} = \frac{15\times10^{6}}{\frac{68}{3}\times10^{-19}} = \frac{45}{68}\times10^{25}\ m$

تطبيق 2 : احسب بعد مجرة رصد طيف الهيدروجين منها فكانت نسبة انزياح طول الموجة إلى طولها الأصلي $\frac{1}{30}$ ، كم سنة يستغرقه الضوء للوصول إلينا من تلك المجرة ؟

$\lambda' = (1+\frac{v'}{c})\lambda \Rightarrow \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v'}{c}$

$\frac{1}{30} = \frac{v'}{3\times10^{8}} \Rightarrow v' = 10^{7}\ ms^{-1}$

$v' = H_0 \cdot d \Rightarrow d = \frac{v'}{H_0} = \frac{10^{7}}{\frac{68}{3}\times10^{-19}} = \frac{3}{68}\times10^{26}\ m$

$c = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{\frac{3}{68}\times10^{26}}{3\times10^{8}} \Rightarrow t = \frac{1}{68}\times10^{18}\ S$

الثقوب السوداء: هو جزء كثافته هائلة جداً لا يمكن لشيء أن يفلت من جاذبيته حتى الضوء وله قوة جاذبية جبارة « لا يفلت الضوء منه لذلك يبدو للمنطقة غير مرئية في الفضاء »

. السرعة الكونية الأولى :

هي السرعة المدارية التي تجعل الجسم يدور حول مدار حول الجسم الجاذب .

$F_c = F_g \Rightarrow ma_c = G\frac{Mm}{r^2} \Rightarrow \frac{v_1^2}{r} = G\frac{M}{r^2}$

$\Rightarrow v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r}}$

G: ثابت التجاذب العام

M كتلة الجسم الجاذب

r: نصف قطر المدار

وباعتبار حقل الجاذبية الأرضية

$g = G\frac{M}{r^2} \Rightarrow GM = g\cdot r^2$

نصبح

$v_1 = \sqrt{g\cdot r}$

. السرعة الكونية الثانية :

وهي سرعة الإفلات من الأرض ، وكي يفلت جسم من الأرض يجب أن نعطيه طاقة حركية أكبر من طاقة الجذب الكامنة له

$E_k = E_p \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = F_g\cdot r \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = G\frac{Mm}{r^2}r$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

نصف

نتيجة: كلما نقص نصف قطر الجسم الجاذب وزادت كثافته $\Leftarrow$ ازدادت سرعة الإفلات اللازمة للتحرر من حقله

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ما العلاقة بين السرعة الكونية الثانية والسرعة الكونية الأولى:

$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{g_0 r}$ ، $v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{2}v_1 = \sqrt{2gr}$

نتيجة: لا يمكن لأي جسم أن يتجاوز سرعته: سرعة الضوء في الخلاء

وعند الثقوب السوداء: يكون نصف قطر الجسم الجاذب

$v_2 = c \Rightarrow c = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$

$\Rightarrow r = \frac{2GM}{c^2}$

وهو نصف قطر شفارتز شيلد

ومقدار صغير جداً لذلك سمي بالثقب الأسود (وحتى الضوء لا يمكن أن يفلت منه

ملاحظة: تكمن وجه التشابه الأسود:

① سلوك الأجسام المجاورة له

② الانبعاث الإشعاعي: ترتفع درجة حرارة الأجسام المجاور للثقب الأسود، وتزداد سرعة دورانها وتنبعث منها أشعة سينية.

③ تأثير كمومية الجاذبية: وفق النظرية النسبية العامة. تحدث الجاذبية انحناء في الفضاء. ينعني ضوء النجوم والمجرات التي تمر بجوار الثقب الأسود.

تطبيق: أحسب السرعة الكونية الثانية للأرض علماً أن نصف قطر الأرض يقدر بـ 6400km وشدة الجاذبية على سطح الأرض $g = 10 ms^{-2}$

$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{2gr}$

$= \sqrt{2 \times 10 \times 6400 \times 1000}$

$v_2 = 8\sqrt{2} \times 10^3 \ ms^{-1}$

تطبيق: أحسب عمر الكون التقريبي انطلاقاً من قانون هابل باعتبار $H_0 = \frac{68}{3} \times 10^{-19} \ S^{-1}$

$v = \frac{d}{t} \Rightarrow \frac{d}{t} = H_0 d$

$v = H_0 . d$

$t = \frac{1}{H_0} = \frac{1}{\frac{68}{3} \times 10^{-19}}$

$t = \frac{3}{68} \times 10^{19} \ S$

ويكون العمر بالسنوات

$t = \frac{\frac{3}{68} \times 10^{19}}{60 \times 60 \times 24 \times 365{,}25} \approx 14 \times 10^9 \ year$

① إن كثافة الثقب الأسود هائلة جدا لذلك لا يمكن لأي جسم أن يفلت منه حتى الضوء ينعني وهذا ما أشرنا إليه

② عند ابتعاد المجرة عنا تقل الطاقة ويزاح الطيف نحو اللون الأحمر

③ عند اقتراب المجرة منا تزداد الطاقة ويزاح الطيف نحو البنفسجي أو الأزرق

④ يطلق على ثابت هابل وحدته s^{-1}

$H_0 = \frac{2v'}{d}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner