المحاضرة الخامسة عشر

ألون النجوم ودرجة حرارتها:

هناك العديد من الأنواع وأصناف النجوم .تلك التي تحول الهيدروجين بشكل نشط بواسطة الاندماج النووي إلى الهيليوم في مركزها، تدعى نجوم "التسلسل الرئيسي". التسلسل الرئيسي هو المرحلة الأولى بعد الولادة .نجوم التسلسل الرئيسي لها تركيب كيميائي مشابه لتركيب الشمس .النجم الأعلى كتلة في التسلسل الرئيسي هو الأكبر قطرا وحرارة) باللون الأزرق). تتراوح أحجام نجوم التسلسل الرئيسي بين حوالي ٥% من حجم الشمس) التي قطرها ١.٥ مليون كيلومتر - تقريبا ١٠٩ أرض) (النجوم في أسفل التسلسل تكون حمراء)، إلى حوالي عشرة أضعاف قطر الشمس (زرقاء). ودرجات حرارة سطحيّة من حوالي ٣.٠٠٠ درجة كلفن) أحمر) إلى حوالي ٥٠.٠٠٠ كلفن (أزرق أو أبيض) (سطح الشمس ٥.٨٠٠ كلفن - أصفر -). في بداية القرن العشرين قسّم الفلكيون النجوم إلى سبع مجموعات أعطوا الحروف الأبجدية رمزا يتعلّق بدرجة الحرارة السطحيّة

سبب اختلاف ألوان النجوم يعود لاختلاف درجة حرارة النجوم، فالنجوم الزرقاء تعتبر أكثر النجوم حرارة وأقلها عمراً، ومع استمرار النجم في التوهج يستهلك النجم طاقته من الهيدروجين والهيليوم ويبدأ بإنتاج العناصر الأثقل بسبب عملية الاندماج النووي في قلب النجم، ومع انخفاض الهيدروجين مع تقدم عمر النجم تقل تفاعلات الاندماج النووي فتنخفض درجة حرارة النجم ويتغير لونه نحو الأصفر ثم الأحمر. الأطياف الضوئية الأقرب للبنفسجي مثل الأزرق تكون أعلى طاقة من تلك الأقرب للأحمر، ولذلك تطلق النجوم الفتية والتي تكون درجة حرارتها عالية الطيف الأزرق بنسبة أعلى من باقي الأطياف الضوئية فتظهر هذه النجوم باللون الأزرق، وكذلك للنجوم الصفراء الأقل حرارة حيث يكون الطيف الأصفر هو الأعلى بين باقي الأطياف في مجموع طيف النجم.

الطيف الضوئي الواصل من النجوم لا يكون فقط بلون واحد، بل يطلق النجم الضوء بكل أطيافه لكن تكون نسبة لون معين أكثر من باقي الألوان. معظم النجوم بيضاء والسبب هو إطلاقها لجميع أطياف الضوء بكميات متقاربة فتظهر هذه النجوم باللون الأبيض وهو اللون الناتج عن مزج جميع ألوان الطيف الضوئي .أما النجوم الصفراء فتطلق كميات أكبر من الطيف الأصفر مقارنة مع باقي الأطياف الضوئية فتظهر بالأصفر.

طيف النجم يحمل بصمة النجم، ومن خلال دراسة طيف النجم يتم معرفة درجة حرارة النجم وتركيب غلافه الجوي وضيائه والكثير من صفات النجم الأخرى. ويُفيد أيضاً في تحديد بُعد النجوم فبعد تحديد ضيائها تتم مقارنته بلمعانها ومعرفة بعدها بالتالي.

نورانية النجوم (L_*) :

وهي عبارة عن مقدار الطاقة المنبعثة من النجم خلال وحدة الزمن وتقاس بوحدات (أرك/ثانية) أو (جول /ثانية) بالنسبة للنجوم بدلالة نورانية الشمس (L_o) حيث :

$L_o = 3.79 \times 10^{26}$ jaul / sec

فاذا اعتبرنا النجم يبعث اشعاعه كأي جسم أسود فعند اذن نستخدم **قانون ستيفان – بولتزمان لحساب النورانية الذي ينص على ان مقدار الطاقة المنبعثة من الجسم الاسود في وحدة الزمن تتناسب طرديا مع مربع نصف قطره R_* والقوة الرابعة لدرجة الحرارة الفعالة T_{e*} كما في** العلاقة التالية :

$$L_* = 4\pi R_*^2 \sigma T^4_{e*} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث σ = ثابت ستيفان –بولتزمان = 5.67×10^{-5} ارك/ سم^2 . ثا . كلفن^4

تعرف درجة الحرارة الفعالة للنجم (T_{e*}) بأنها نفس درجة حرارة الجسم الاسود الذي يبعث نفس المعدل من الطاقة خلال وحدة المساحة.

علاقة L_* بالاقدار المضرمية M_{bol*} :

اذا فرض ان النجم يقع على بعد قياسي يبلغ ١٠ ف.ف. فأن لمعانه عند هذا البعد له علاقة مباشرة بنورانيته L_* و M_{bol*} فيما اذا اعتبرنا النجم الاخر هو الشمس فأن المعادلة (٢) في المحاضرة السابقة تصبح:

$$M_{bol\,o} - M_{bol*} = 2.5 \log (L_* / L_o)$$

حيث ان L_* = نورانية النجم

L_o = نورانية الشمس

$M_{bol\,o}$ = القدر المضرمي المطلق للشمس

M_{bol*} = القدر المضرمي المطلق للنجم

مثال: وجد ان درجة الحراره السطحيه لنجم ما واقداره الضوئيه كما يلي :-

$m_{bol*} = +7.2$, $M_{bol*} = +1.6$, $T_{e*} = 8700$ K

اوجد:

١- زاوية اختلاف المنظر p'' وبعده عن الشمس

٢- شدة نورانية النجم L_*

٣- نصف قطر النجم R_*

مع العلم ان

$L_o = 3.9 \times 10^{33}$ erg/sec , $M_{bol\,o} = +4.8$

$\sigma = 5.7 \times 10^{-5}$ erg $cm^{-2}sec^{-1}K^{-4}$

وان $10^{1.28} = 19.05$

علاقة L_* بالاقدار المضرمية M_{bol*} :

العلاقة بين الاقدار الظاهريه المضرمية لاي نجم والقطر الزاوي له ودرجة حرارته السطحية

العلاقة بين هذه الكميات الفيزياويه يمكن ان نضعها بالمعادله التالية

$$m_{bol\,o} - m_{bol*} = 5\,Log(\alpha_*/\alpha_o) + 10\,Log(T_{e*}/T_{eo})$$

حيث ان: α_o = القطر الزاوي للشمس

α_* = القطر الزاوي للنجم

مثال:-

اذا فرض ان الشمس كانت على بعد قياس مقداره ١٠ ف .ف من الارض فما القطر الزاوي للنجم (α_*) بالزوايا نصف قطريه عند هذا البعد مع العلم ان القطر المضرمي المطلق للشمس يساوي 4.85 + وان القطر الزاوي الحقيقي للشمس ١٩٢٠ ثانية قوسيه والقدر المضرمي الحقيقي لها يساوي 26.78 – .

الحل:-

القدر الظاهري المضرمي لاي جرم سماوي على بعد ١٠ ف.ف = القدر المضرمي المطلق لذلك النجم

اذن القدر الظاهري المضرمي للشمس على بعد ١٠ ف.ف = $M_{bol*} = 4.85^m$

القدر الظاهري المضرمي الحقيقي للشمس $m_{bol\,o} = -26.78^m$

9.3×10^{-3} rad = $1920^{II} = \alpha_o$

$T_{e*} = T_{eo} = 1$

$$m_{bol\,o} - m_{bol*} = 5\,Log(\alpha_*/\alpha_o) + 10\,Log(T_{e*}/T_{eo})$$

$$-26.78 - 4.85 = 5Log(\alpha_*) + 5 \times 2.03$$

$\alpha_* = 4.4 \times 10^{-9}$ rad .

مثال:-

قيس القطر الزاوي لنجم بجهاز مقياس التداخل فوجد بانه 1/100000 من القطر الزاوي للشمس . فاذا علمت ان القطر المضرمي الظاهري للنجم يعادل 4 + اقدار ضوئية . فما مقدار درجة الحراره السطحية للنجم مع العلم ان القدر المضرمي للشمس 26.7 – ودرجة حرارته السطحية 6000 k .

الحل:-

$\alpha_* / \alpha_o = 1/100000 = 10^{-5}$

$m_{bol\ o} - m_{bol*} = 5 \text{ Log}(\alpha_* / \alpha_o) + 10 \text{ Log}(T_{e*} / T_{eo})$

$- 26.7 - 4 = 5 \times (-5) + 10 \text{ Log}(T_{e*} / T_{eo})$

$\text{Log}(T_{e*} / T_{eo}) = - 0.57$

$T_{e*} = 0.27 \ T_{eo}$

$= 0.27 \times 6000$

$= 1615 \text{ K}$