# ماهيةُ النجومِ

What Are The Stars?

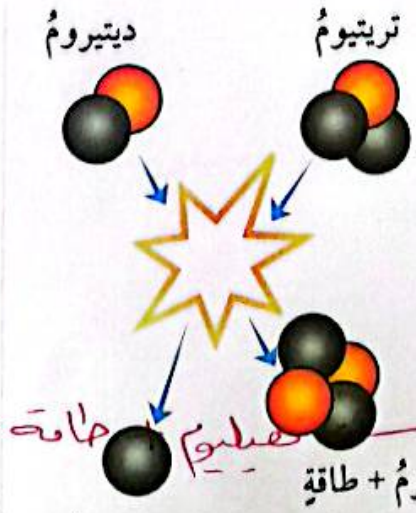
## ما النجمُ؟ What Is The Star?

يُعرَّفُ النجمُ Star بأنَّهُ جِرمٌ سماويٌّ كرويٌّ يتكوَّنُ منْ غازٍ ساخنٍ مُتأيِّنٍ، يغلبُ على مُكوِّناتِهِ نَوى عناصرِ الهيدروجينِ والهيليومِ، ونسبٌ قليلةٌ منْ عناصرَ أُخرى، مثلِ: الكربونِ، والنيتروجينِ، والأكسجينِ، والحديدِ، وهوَ يُصدِرُ طاقةً حراريةً وضوئيةً.

لمْ يتمكَّنِ العلماءُ منَ الوصولِ إلى النجومِ، ولكنَّهُمْ توصَّلوا إلى معرفةِ صفاتِها المختلفةِ، مثلِ: لونِها، وكتلتِها، وحجمِها، ودرجاتِ حرارتِها، وذلكَ بتحليلِ أطيافِ الأشعةِ المُنبعثةِ منْها، وسنتحدَّثُ عنْ بعضِ هذهِ الخصائصِ في درسِنا هذا.

ولكنْ، ما مصدرُ الطاقةِ في النجومِ؟

تنشأُ هذهِ الطاقةُ عنِ الاندماجاتِ النوويةِ Nuclear Fusions التي تحدثُ في قلبِ النجمِ؛ إذْ تتَّحِدُ النَّوى الخفيفةُ لنظائرِ الهيدروجينِ (الديتيريومُ ($_1H^2$)، والتريتيومُ ($_1H^3$)) لإنتاجِ نواةٍ أثقلَ، هيَ نواةُ الهيليومِ. ونظرًا إلى فرقِ الكتلةِ بينَ الموادِّ المتفاعلةِ والمادةِ الناتجةِ منَ التفاعلِ؛ تنتجُ كميّاتٌ كبيرةٌ منَ الطاقةِ تصلُ الأرضَ في صورةِ حرارةٍ وضوءٍ. يحدثُ هذا الاندماجُ تحتَ ضغوطٍ هائلةٍ، ودرجاتِ حرارةٍ مرتفعةٍ جدًّا في قلبِ النجمِ، أنظرُ الشكلَ (1) الذي يُمثِّلُ تفاعلاتِ الاندماجِ النوويِّ في قلبِ النجمِ.




الشكلُ (1): تفاعلاتُ الاندماجِ النوويِّ في قلبِ النجمِ التي تُمثِّلُ مصدرَ الطاقةِ فيها.

أبينُ في معادلةٍ كيميائيةٍ تفاعلاتِ الاندماجِ النوويِّ في قلبِ النجمِ.

## سطوعُ النجومِ Luminosity

عندَ النظرِ إلى السماءِ ليلًا نجدُ أنَّ النجومَ تتفاوتُ في صفاتِها، مثلِ: الحجمِ، واللونِ؛ فمنْها ما يُمكِنُ تمييزُهُ، ومنْها ما هوَ خافتٌ لا يكادُ يُرى بالعينِ المُجرَّدةِ.

تعريف سطوع النجم

تتفاوتُ أيضًا كميَّةُ الطاقةِ التي يَشِعُّها النجمُ فعليًّا في الثانيةِ الواحدةِ، في ما يُعرَفُ **بسطوعِ النجمِ Luminosity**. يعتمدُ سطوعُ أيِّ نجمٍ على عاملَيْنِ، هما: درجةُ حرارةِ سطحِ النجمِ (1)، وحجمُهُ (2)، ويتناسبُ السطوعُ معَ كليْهِما طرديًّا.

## درجةُ حرارةِ سطوحِ النجومِ وألوانُها

**Surface Temperature of Stars and their Colors**

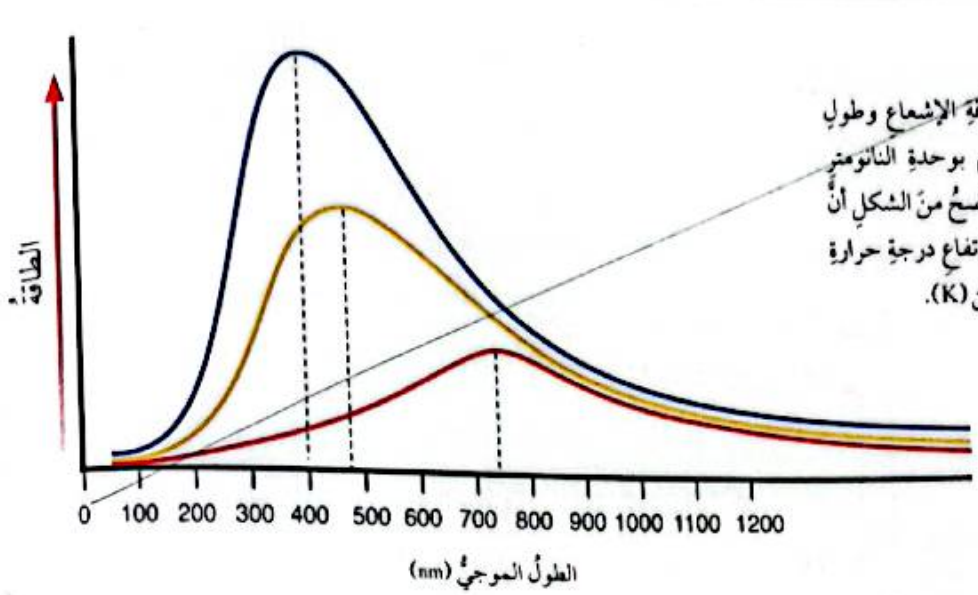
قدْ تبدو جميعُ النجومِ أولَ نظرةٍ نقاطًا لامعةً مضيئةً في السماءِ. ولكنْ، إنْ نظرْنا إليْها باستخدامِ المِقرابِ سنجدُها مختلفةً في ألوانِها كما في الشكلِ (2)؛ إذْ إنَّها تلمعُ مثلَ الجواهرِ الملونةِ على خلفيةٍ مخمليةٍ سوداءَ.

تختلفُ ألوانُ النجومِ بسببِ اختلافِ درجاتِ حرارتِها السطحيةِ؛ فالنجومُ الحمراءُ والبرتقاليةُ تُمثِّلُ أقلَّ النجومِ درجةَ حرارةٍ. أمّا النجومُ ذاتُ اللونِ الأصفرِ، فتكونُ متوسطةَ درجةِ الحرارةِ، في حينِ يشيرُ اللونُ الأزرقُ إلى أكثرِ النجومِ درجةَ حرارةٍ، ويزدادُ سطوعُ النجومِ بزيادةِ درجةِ الحرارةِ.

**الربطُ بالفيزياءِ**

يَشِعُّ النجمُ عندَ درجةِ حرارةٍ مُعيَّنةٍ حزمةً منَ الموجاتِ المُتقارِبةِ في طولِها الموجيِّ، تتمركزُ حولَ موجةٍ محوريةٍ تحملُ أكبرَ كميَّةٍ منَ الطاقةِ، وتُسمّى موجةَ الذروةِ $\lambda_{max}$، حيثُ تتناسبُ درجةُ الحرارةِ عكسيًّا معَ الطولِ الموجيِّ؛ فكلَّما زادَتْ درجةُ حرارةِ سطحِ النجمِ قَصُرَ الطولُ الموجيُّ لأشعَّتِهِ (يميلُ لونُهُ إلى الأزرقِ)، وكلَّما انخفضَتْ درجةُ حرارةِ سطحِ النجمِ زادَ الطولُ الموجيُّ لأشعَّتِهِ (يميلُ لونُهُ إلى الأحمرِ)، أنظرُ الشكلَ (3).

✓ **أتحقَّقُ**: أذكرُ العواملَ التي يعتمدُ عليْها سطوعُ النجومِ.




الشكلُ (3): العلاقةُ بينَ طاقةِ الإشعاعِ وطولِ موجةِ الذروةِ لإشعاعِ النجمِ بوحدةِ النانومتر (nm) لثلاثةِ نجومٍ مختلفةٍ. يتّضحُ منَ الشكلِ أنَّ طولَ موجةِ الذروةِ يقلُّ عندَ ارتفاعِ درجةِ حرارةِ سطحِ النجمِ مقيسةً بوحدةِ كلفن (K).

لتعرُّفِ المعلوماتِ التي يُمكِنُ استنتاجُها منْ ألوانِ النجومِ، أنفِّذُ التجربةَ الآتيةَ.

# التجربةُ 1

## الكشفُ عنْ ألوانِ النجومِ

**الموادُّ والأدواتُ:**

شريطٌ كهربائيٌّ، وسلكانِ موصلانِ، وبطّاريةٌ جافّةٌ ضعيفةٌ (قديمةٌ)، ومصباحٌ كهربائيٌّ، وبطّاريتانِ جافّتانِ جديدتانِ.

**إرشاداتُ السلامةِ:**

- الحذرُ عندَ لمسِ المصباحِ الكهربائيِّ باليدِ في أثناءِ تسخينِهِ.

**خطواتُ العملِ:**

1. أربطُ أحدَ طرفَي السلكينِ بالقطبِ الموجبِ للبطّاريةِ الضعيفةِ، ثمَّ أربطُ طرفَ السلكِ الثاني بقطبِها السالبِ، وأتركُ نهايةَ السلكينِ حُرَّةً.
2. ألمسُ الطرفَ الآخرَ منْ كلِّ سلكٍ بمصباحٍ منْ أسفلِهِ، ومنَ الجزءِ المعدنيِّ، بحيثُ يُضيءُ المصباحُ.
3. أكتبُ لونَ سلكِ المصباحِ بعدَ مرورِ (8) ثوانٍ، ثمَّ ألمسُ بحذرٍ المصباحَ بيديَّ لوصفِ درجةِ حرارتِهِ.
4. أكرِّرُ الخطواتِ السابقةَ، ولكنْ، باستخدامِ بطّاريةٍ جديدةٍ.
5. أثبّتُ البطّاريتينِ الجديدتينِ باستخدامِ شريطٍ كهربائيٍّ، ثمَّ أكرِّرُ الخطواتِ السابقةَ.

**التحليلُ والاستنتاجُ:**

1. **أقارنُ** لونَ سلكِ المصباحِ في الحالاتِ الثلاثِ السابقةِ، ثمَّ أدوِّنُ ملاحظاتي.
2. أصفُ كيفَ يتغيَّرُ لونُ سلكِ المصباحِ، ودرجةُ حرارتِهِ في الحالاتِ الثلاثِ السابقةِ، ثمَّ أدوِّنُ ملاحظاتي.
3. **أناقشُ** سببَ تغيُّرِ درجةِ حرارةِ المصباحِ في الحالاتِ الثلاثِ السابقةِ.
4. **أتوقَّعُ** لونَ النجومِ عندَ درجاتِ حرارةِ سطحٍ مرتفعةٍ نسبيًّا، ولونَها عندَ درجاتِ حرارةِ سطحٍ منخفضةٍ نسبيًّا.

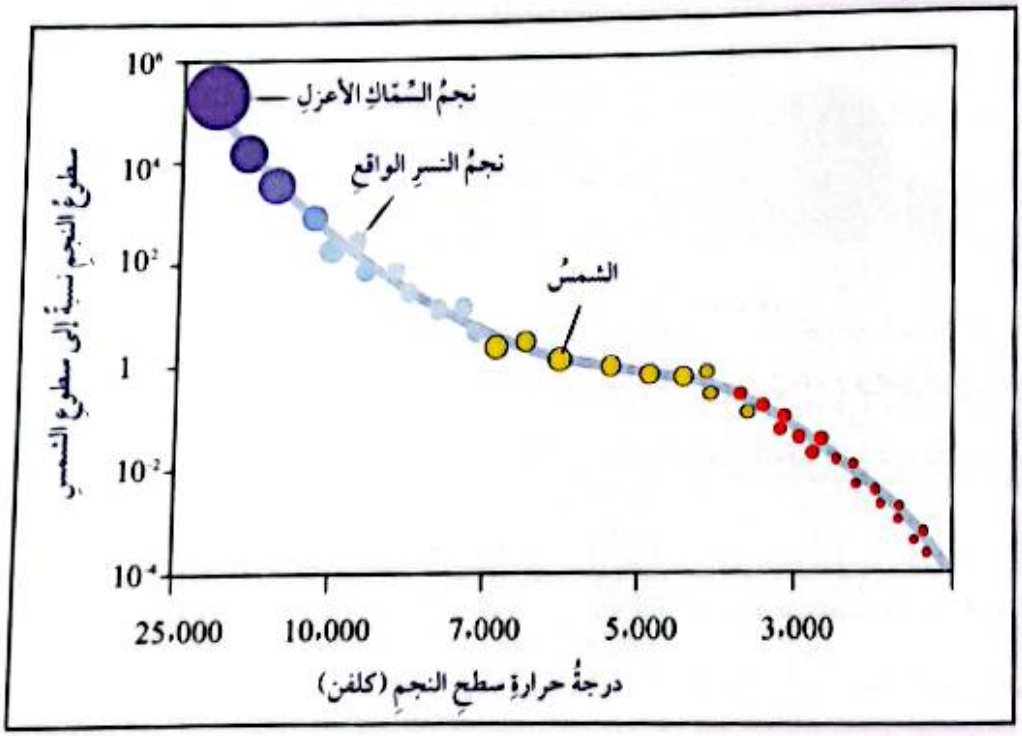
## حجومُ النجومِ Star Sizes

عندَ النظرِ إلى النجومِ في السماءِ، فإنَّها تبدو جميعًا نقاطَ ضوءٍ منَ الحجمِ نفسِهِ تقريبًا. فهلْ تبدو لنا النجومُ بحجمِها الحقيقيِّ؟
ولِأتعرَّفَ حجومَ النجومِ وعلاقتَها بالسطوعِ أنفِّذُ النشاطَ الآتيَ:

### نشاطٌ

### تمييزُ حجومِ النجومِ وعلاقتُها بالسطوعِ

أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُمثِّلُ مُخطَّطًا يُبيِّنُ العلاقةَ بينَ سطوعِ النجومِ وحجومِها ودرجاتِ حر
السطحيةِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:




التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أُصنِّفُ النجومَ إلى فئاتٍ حجميةٍ.

2 – أَصِفُ العلاقةَ بينَ حجمِ النجمِ وسطوعِهِ.

3 – أتوقَّعُ: ما مقدارُ سطوعِ نجمٍ درجةُ حرارتِهِ السطحيةِ منخفضةٌ وحجمُهُ كبيرٌ؟ أُحدِّدُ موقعَهُ على ال

يَتبيَّنُ ممّا سبقَ أنَّ النجومَ تختلفُ في حجومِها؛ فبعضُها كبيرٌ جدًّا مثلُ نجمُ السِّمَاكِ الأعزلِ (Spica)، وبعضُها كبيرٌ مثلُ نجمِ النسرِ الواقعِ (Vega)، وبعضُها متوسطُ الحجمِ مثلُ الشمسِ، وبعضٌ آخرُ أصغرُ كثيرًا منَ الشمسِ. ومنَ المُلاحَظِ أنَّهُ كلَّما زادَ حجمُ النجمِ ودرجةُ حرارتِهِ السطحيةِ زادَ مقدارُ سطوعِهِ.

**أفكّرُ** نجمُ الشعرى اليمانيةِ (Sirius) أكثرُ سطوعًا بمقدارِ ضعفيْنِ منْ نجمِ رجلِ الجبارِ (Rigel)، ولكنَّ نجمَ رجلِ الجبارِ أبعدُ عنّا بمسافةٍ تزيدُ (100) مَرَّةٍ على نجمِ الشعرى اليمانيةِ.

**أتنبَّأُ**: أيُّ النجميْنِ تنبعثُ منْهُ كميَّةُ طاقةٍ أكبرُ؟ لماذا؟

✓ **أتحقَّقُ**: هلْ توجدُ علاقةٌ بينَ حجمِ النجمِ وبُعْدِهِ عنِ الأرضِ؟ أستقصي العلاقةَ (إنْ وُجِدَتْ). لا يوجد علاقة بين حجم النجم وبعده عن الأرض.