

恆星的性質

Orion from +7.0 to 2.0 mag sky

恆星的亮度 (brightness)

星星看起來的亮度 = 實際光度 + 距離



With greater distance from the star, its light is spread over a larger area and its apparent brightness is less.

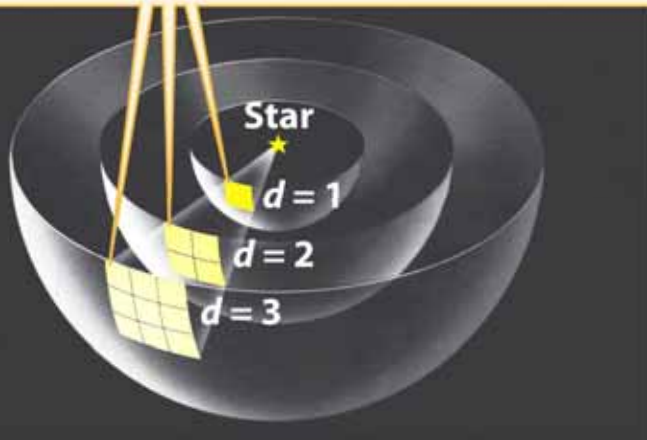
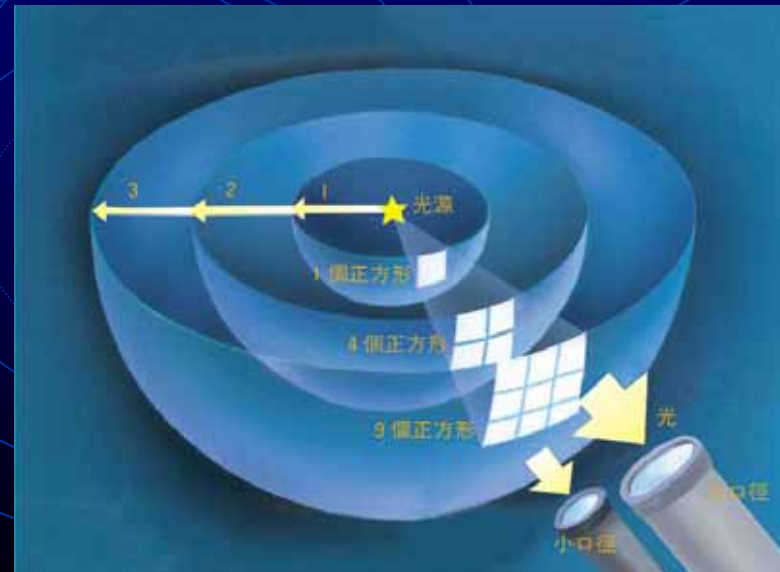


Figure 11-3a
Discovering the Universe, Seventh Edition
© 2006 W. H. Freeman and Company



- 天文學家以**視星等 (apparent magnitude)** 表示星星「看起來」的亮度。**越明亮的星，星等數字越小**。例如 1 等星比 2 等星亮；19 等星比 30 等星明亮（很多）

- 1 等星比 6 等星亮 **100 倍整**，也就是差一個星等，亮度差約 2.51 倍。

$$\sqrt[5]{100} \approx 2.512$$

- 肉眼能見最暗者大約為 6 等星，全天空大約 5000 ~ 6000 顆，任一時刻天空出現約 2000 ~ 3000 顆。

- 使用雙筒望遠鏡，集光面積比瞳孔大，可以看到 10 等星。

天體	視星等
太陽	-26.8
天狼星	-1.5
織女星	0.0
參宿四	0.4

- 兩顆星亮度**比**與星等**差**的關係

$$m_1 - m_2 = 2.5 \log f_2 / f_1$$

Q1: 三等星的亮度和一等星如何相比？

Q2: 天狼星是顆 0 等星，它有顆伴星稱為 **Sirius B**，其亮度是天狼星的萬分之一。試問天狼 B 星的視星等。

Q3: 假設一般人瞳孔直徑約 7 mm，試估計要用多大的望遠鏡，可以用肉眼觀測 12 等星。

Q4: 假設使用大型望遠鏡仔細觀測 12 等星，發現它其實是兩顆星，亮度比為 3 比 1，試算這兩顆星各自的星等。

- 把星星放在同一距離，比較視星等，得到的便是光度大小。
- 距離 = 10 pc 註：1 pc = 3.26 ly (光年)
- 假想星星位於 $d = 10$ pc 處，其視星等 (m) 稱為絕對星等 (M , absolute magnitude)

$$m - M = 5 \log d - 5$$

derivation

Note: $m = M$ when $d = 10$ pc

Q: 太陽的視星等約為 $m = -27$ ，試估計其絕對星等 (M)。

估計恆星的基本性質

視差法 → 距離 → 看起來的**亮度** → 實際**光度**

恆星是發光氣體，顏色 → 表面溫度
→ 每塊面積發光能力 → 總面積 → 直徑

恆星處於（力量）平衡狀態 什麼力與什麼力？

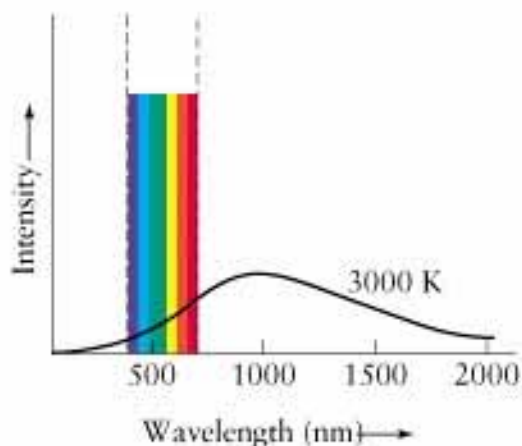
質量大 → 萬有引力強 ↔ 核心溫度高、壓力大
→ 核子反應快 → **發光強** → **表面溫度高**

恆星 表面溫度 → 光度

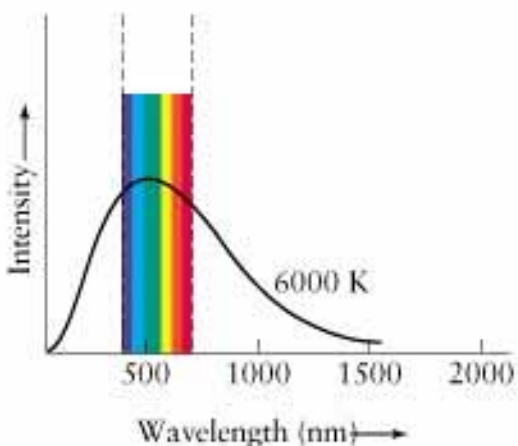
輻射體溫度高 → 放出較多能量高的光
例如X射線、紫外光、藍光等
(這些輻射震盪 也就是頻率 比較快)

輻射體溫度低 → 放出頻率低 (也就是波長比較長) 的輻射, 例如紅光、紅外線、微波等

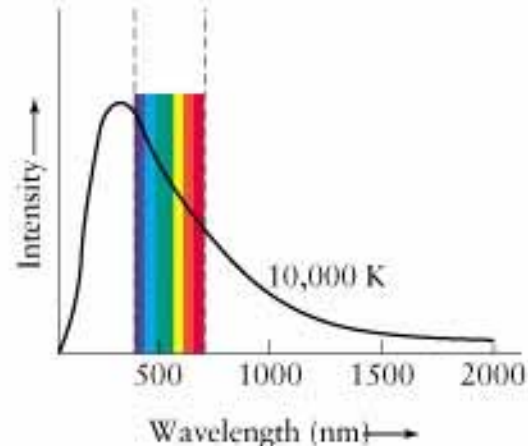
天文學習慣上以紅表示低溫、藍或白表示高溫



a This star looks red

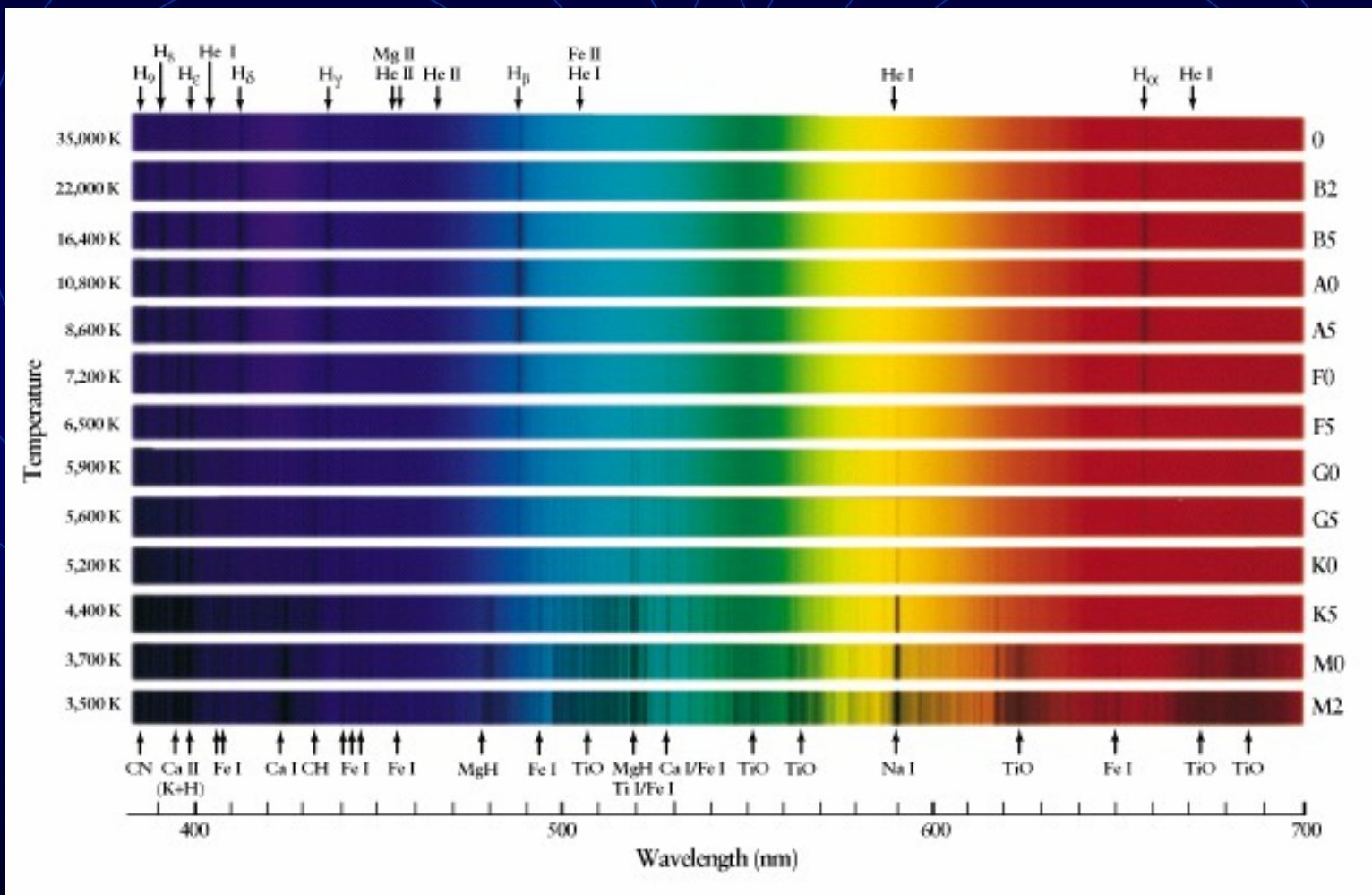


b This star looks yellow-white



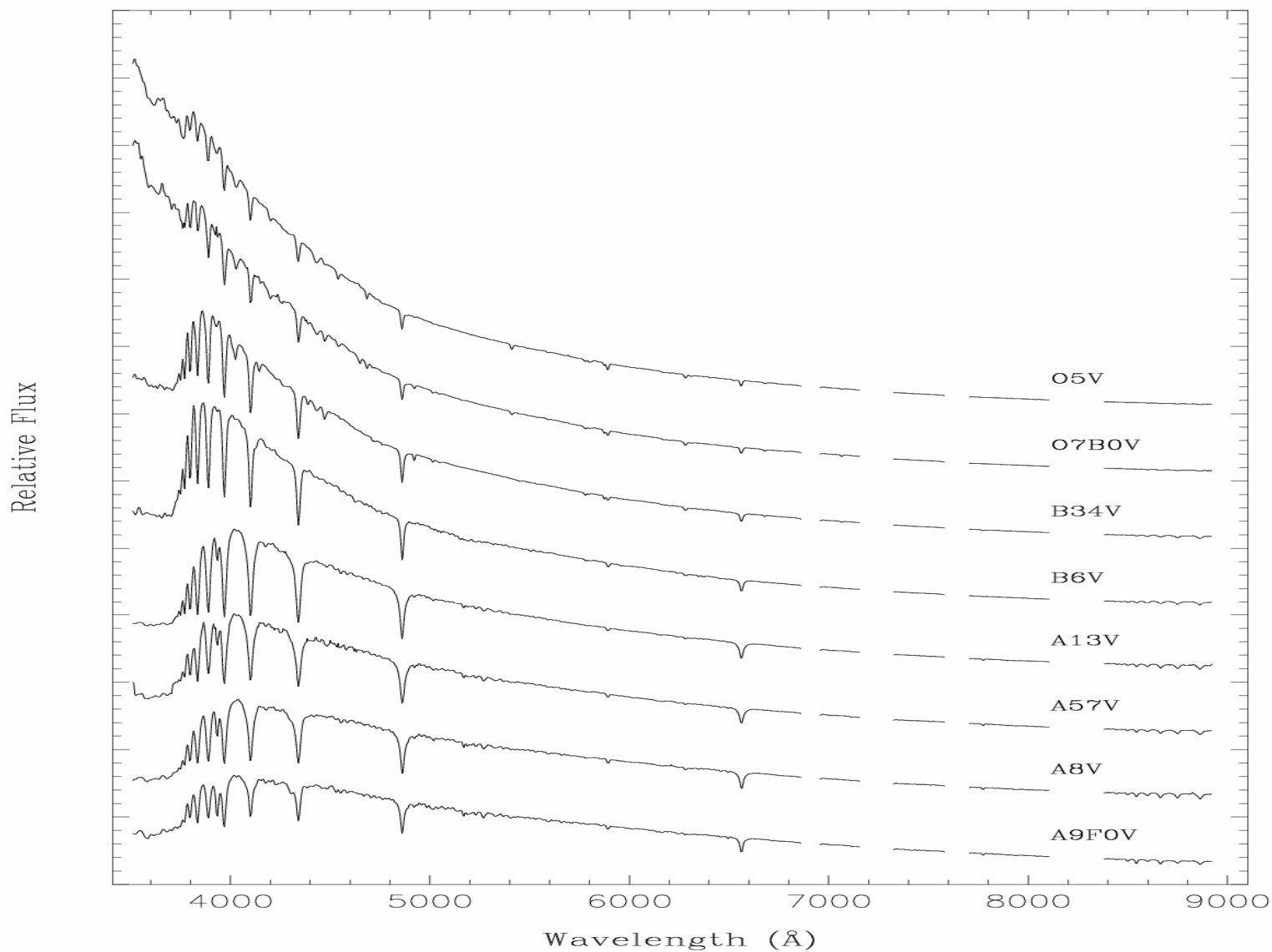
c This star looks blue-white

不同溫度、成分 → 不同激發程度 → 不同譜線

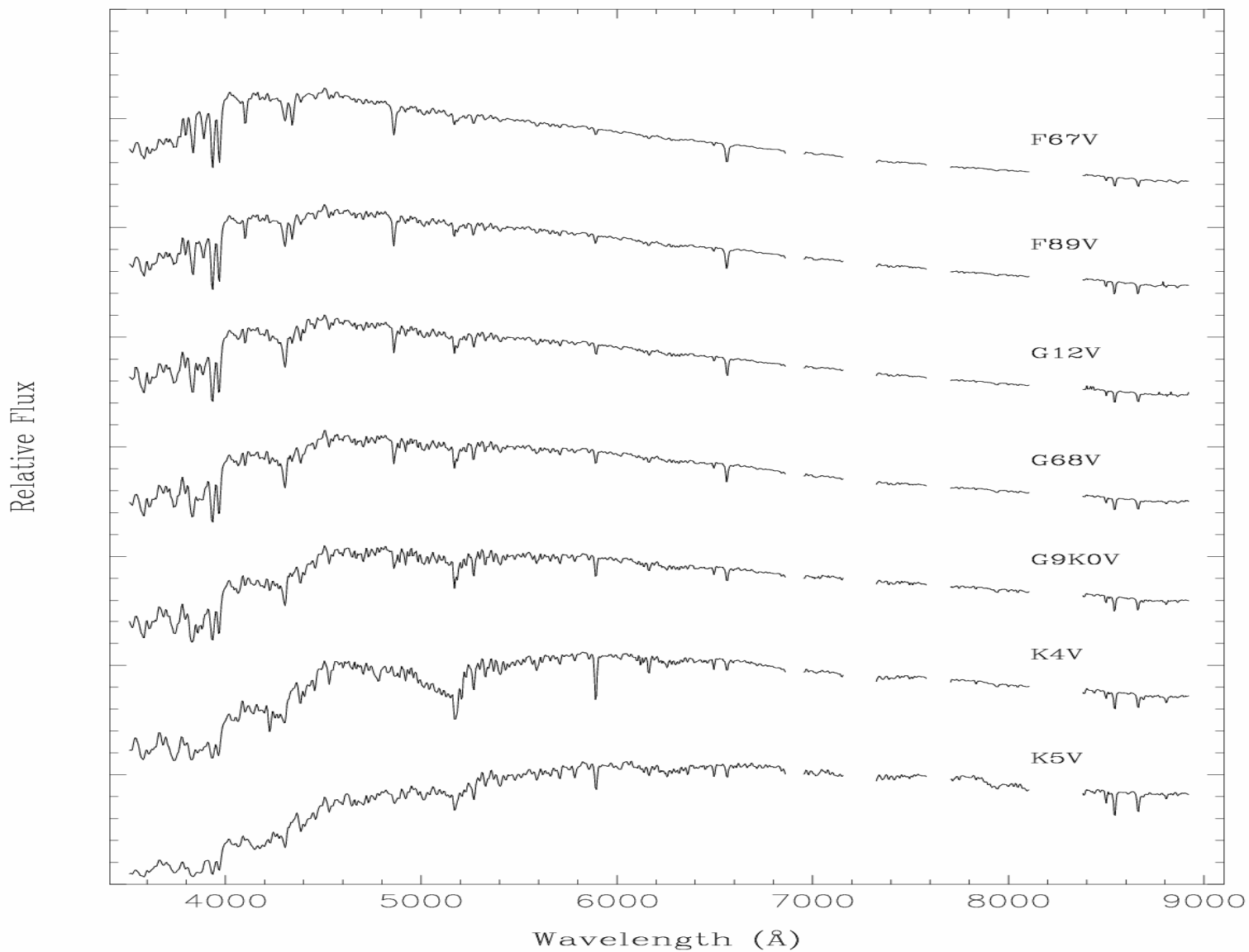


高熱的恆星

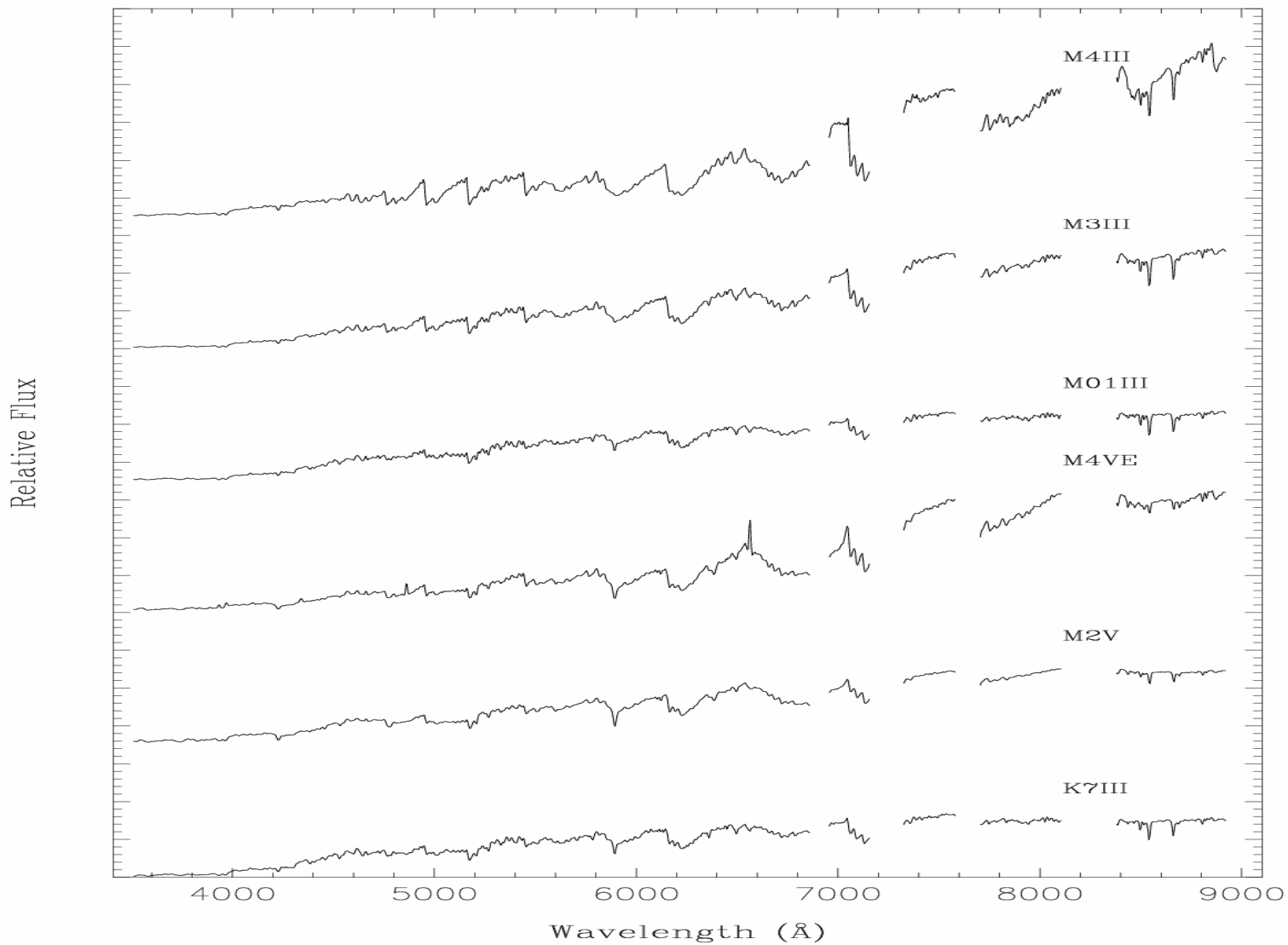
短波強、長波弱；氫線、氦線



溫熱的恆星 短波、長波相當；氫線明顯



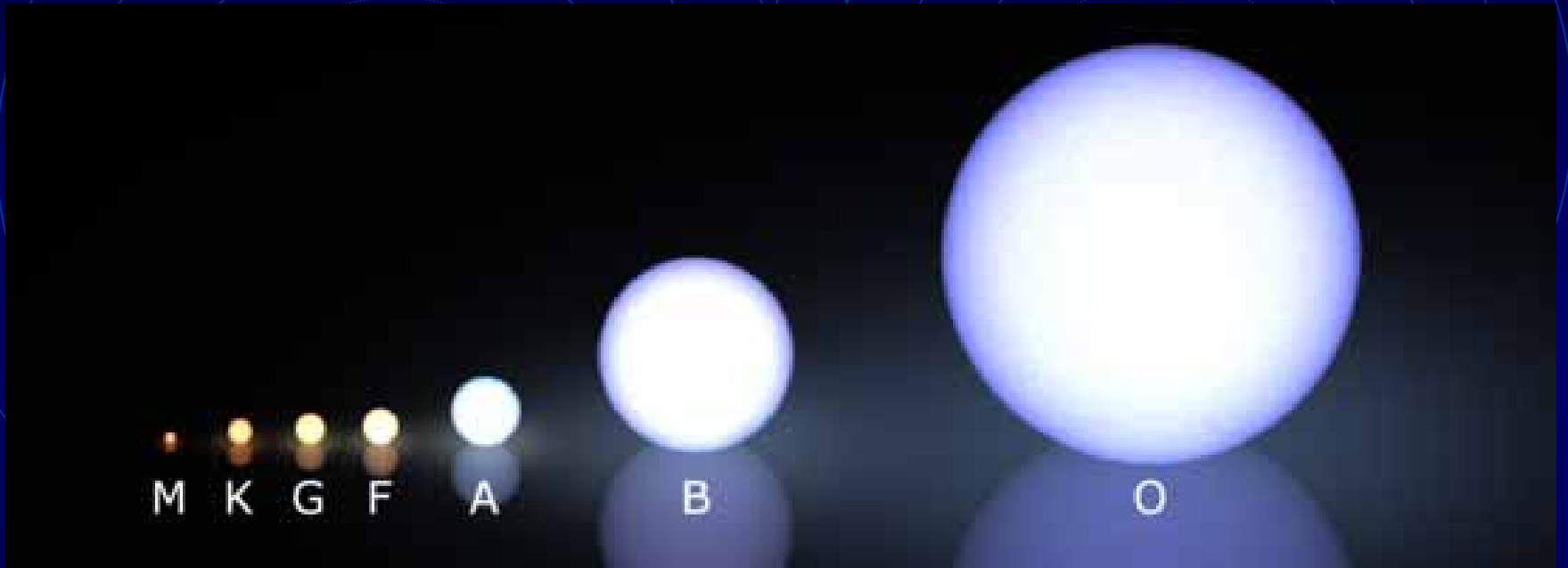
低溫的恆星 短波弱、長波強；分子線明顯



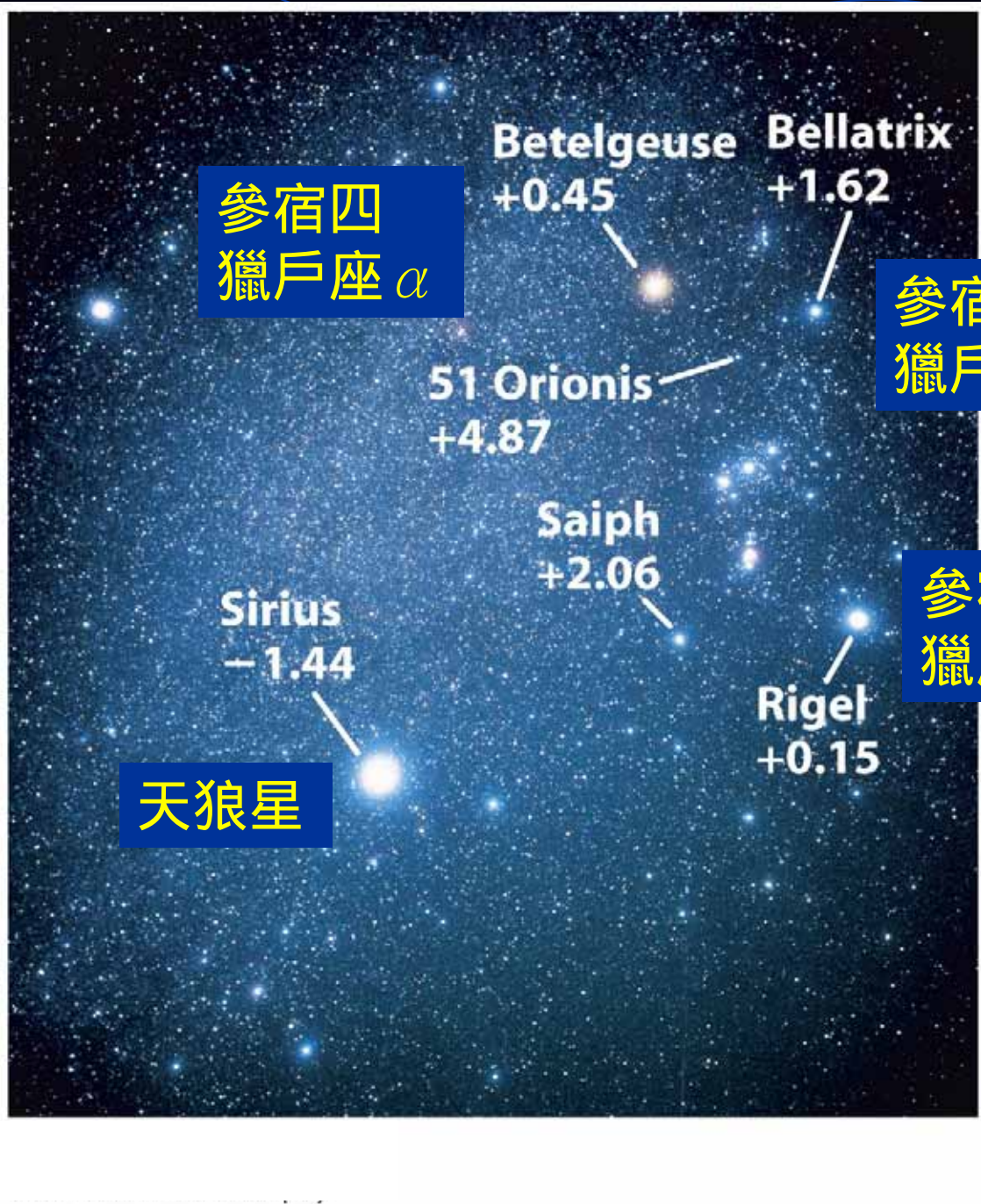
光譜型態與表面溫度

- 以光譜中氫元素的譜線明顯程度，將恆星分類，最強的為 A，依序為 B, C, ...
- 後來發現在眾多影響氫譜線強度的因素中，溫度最重要
- 若以溫度由高到低排列，光譜型態的順序為 **O-B-A-F-G-K-M**。O型恆星表面溫度最高，達30,000~50,000；M型恆星只有2500~4000度
- 太陽是顆G型恆星，屬於中等光度

Oh, Be A Fine Guy/Girl, Kiss Me!



http://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification



參宿四
獵戶座 α

Betelgeuse
+0.45

Bellatrix
+1.62

參宿五
獵戶座 α

51 Orionis
+4.87

Saiph
+2.06

參宿七
獵戶座 β

Sirius
-1.44

Rigel
+0.15

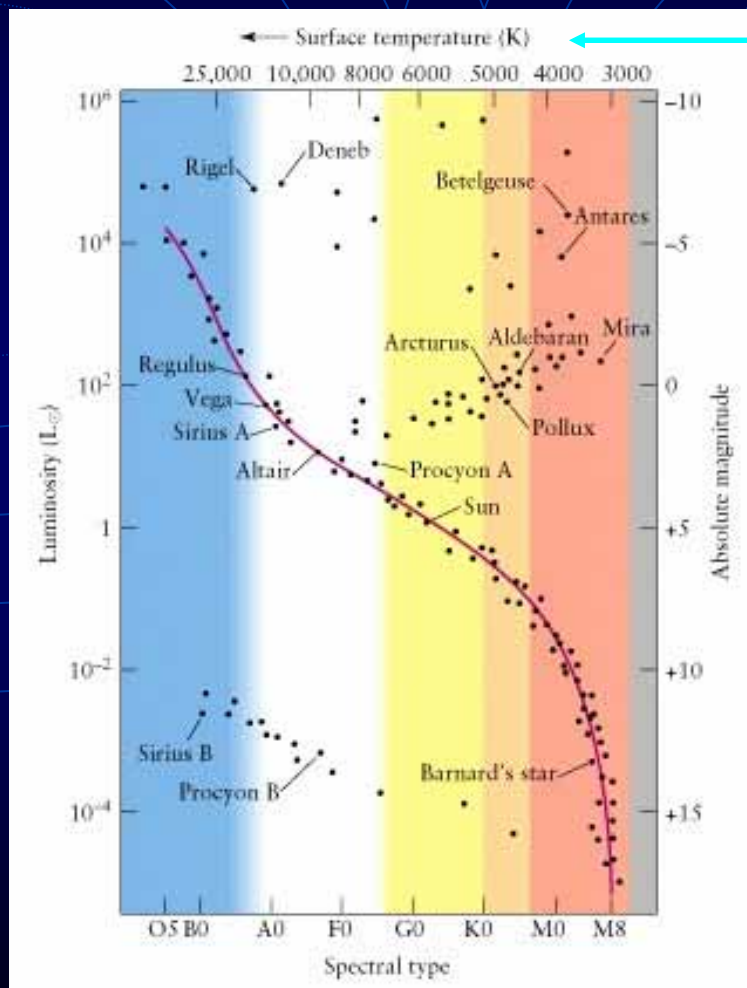
天狼星

恆星光度與表面溫度的關係

Hertzsprung-Russell diagram

赫羅圖

光度



表面溫度

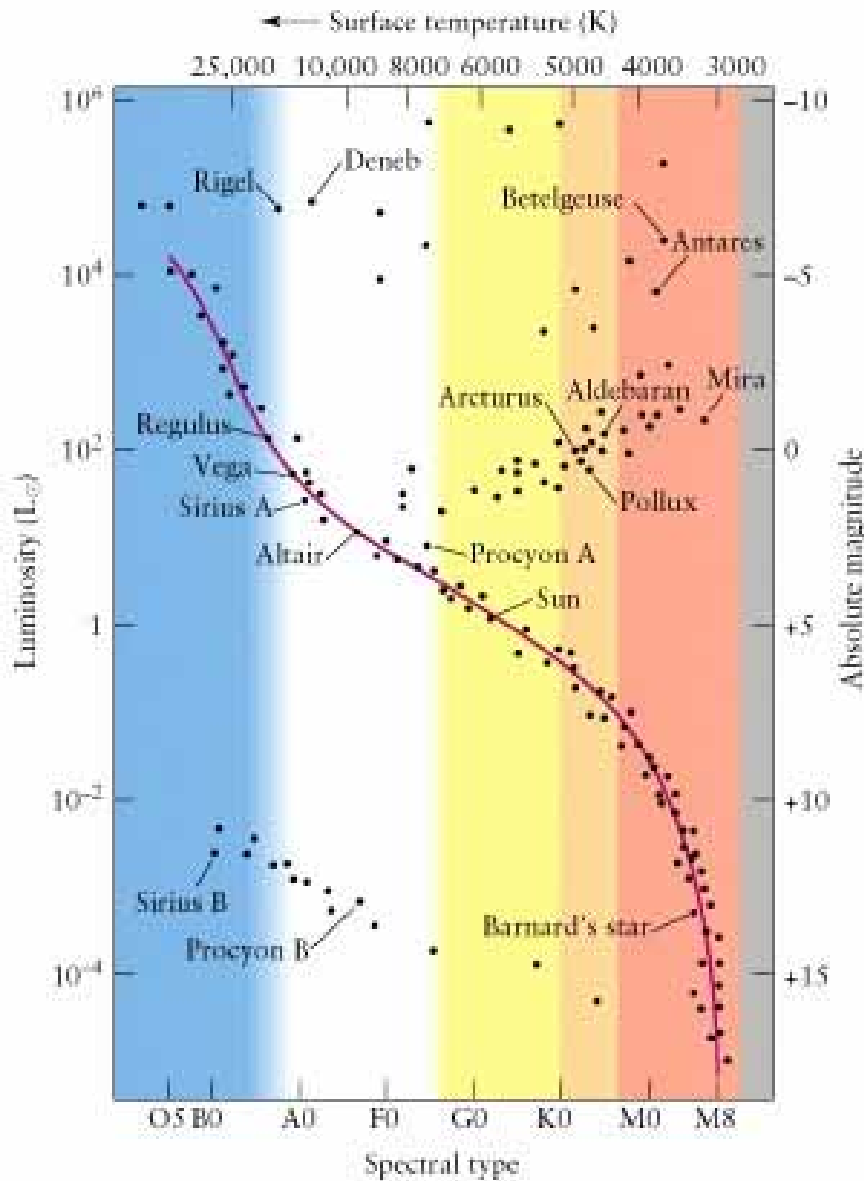
HR diagram ---
An astronomer's
“*tool of the trade*”

光譜型態

強↑

光度

↓弱



在赫羅圖上
90%的恆星集中在一條帶狀分佈，
稱為「主序」
(**main sequence**)，
這些恆星遵循
「**表面溫度越高，
光度越強**」的關係

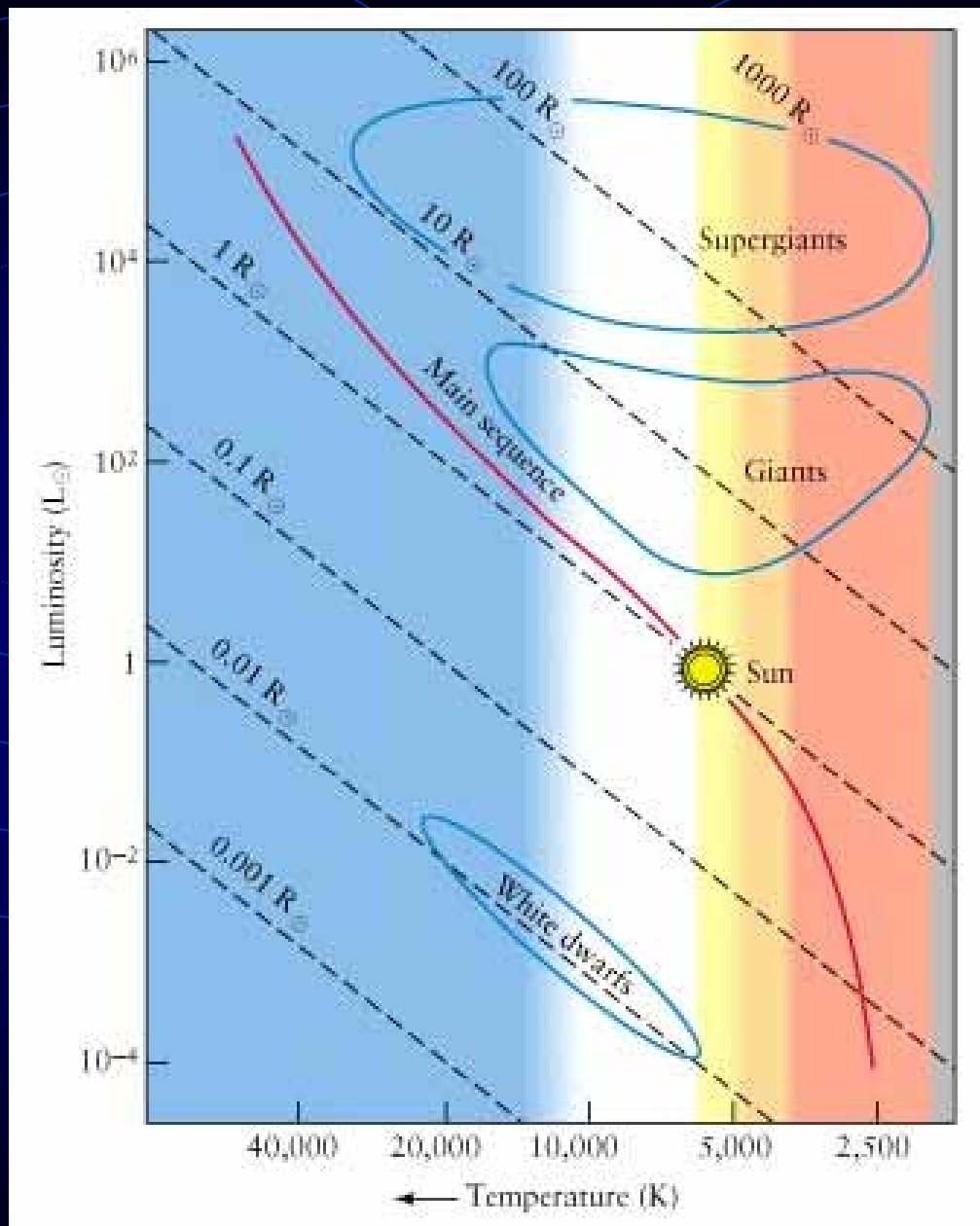
高← 表面溫度 →低

O B A F G K M Spectral type

解讀「赫羅圖」(HR diagram)

- 赫羅圖為研究天體的基本重要工具
- 「正常」的星球，也就是平衡、穩定的恆星
→ **主序星 (main-sequence stars)**
- 赫羅圖右上角的星球，溫度低、光度非常明亮
→ **紅巨星 (red giants)**、
紅超巨星 (red supergiants)
- HR圖左下角的星球，溫度高、光度非常微弱
→ **白矮星 (white dwarfs)**

體積小



體積大



- 主序星就是核心在進行（氫）核反應的星球 → 穩定平衡，有如安全閥機制
- 一旦核心的氫用完，失去提供氣體壓力的能量來源，再也不能與萬有引力平衡 → 恆星走向衰亡
- 我們的太陽已經穩定發光了約50億年，預計還可以存活50億年

這時恆星結構上分成兩部分：核心的氫（核燃料）已經用完，但是外層卻還有很多氫