



Αστρονομία

Ενότητα # 6: Φασματική Ταξινόμηση Αστέρων

Νικόλαος Στεργιούλας
Τμήμα Φυσικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.

Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

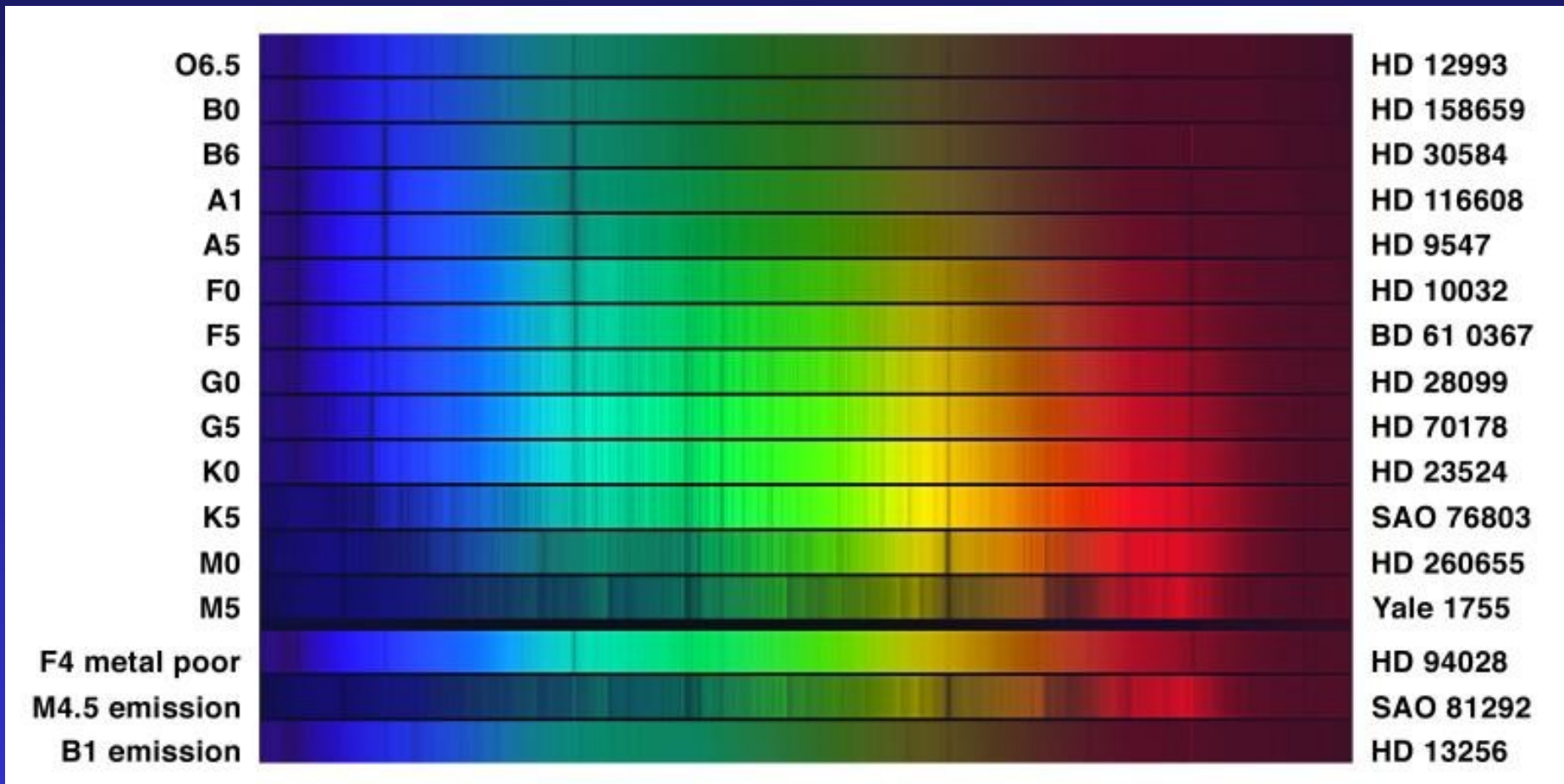


ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

- *Κεφάλαιο 4^ο (2^ο μέρος)*

Ν. Στεργιούλας

ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ



Εικόνα 1: Αντιπροσωπευτικά φάσματα αστέρων [1].

ΦΑΣΜΑΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

Οι περισσότερες αστέρες παρουσιάζουν μόνο γραμμές απορρόφησης.

Το κύριο κριτήριο για την ταξινόμηση αστρικών φασμάτων αποτελεί η ένταση της γραμμής H_α , με βάση την οποία αρχικά δημιουργήθηκαν οι τύποι A, B, \dots, G, \dots

Επόμενο κριτήριο είναι η παρουσία γραμμών απορρόφησης μετάλλων και μοριακών ταινιών (K, \dots, M, O).

Όμως, εκτός από τη γραμμή H_α η ένταση των άλλων γραμμών δε μεταβάλλεται ομαλά, αν κρατηθεί η αλφαβητική σειρά των φασματικών τύπων.

ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ HARVARD

Από τη μέτρηση του δείκτη χρώματος $CI = m_{pg} - m_v$ βρέθηκε η ενεργός θερμοκρασία T_{eff} .

- Αναδιάταξη της ακολουθίας των φασματικών τύπων με βάση της συνεχή και μονότονη μεταβολή της T_{eff}
- Συγχώνευση πολλών φασματικών τύπων.
- Υποδιαίρεση σε δέκα ενδιάμεσους τύπους 0,1,2,...,9.



“Oh, Be A Fine Girl (Guy), Kiss Me”

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ

Οι φασματικοί τύποι **O B A F G K M** ταξινομούν τους **συνηθισμένους** αστέρες.

Υπάρχουν όμως αστέρες και αστρικά αντικείμενα που δε μπορούν να ταξινομηθούν με τους κανονικούς τύπους. Για το λόγο αυτό έχει γίνει επέκταση του συστήματος ταξινόμησης με την προσθήκη των εξής επιπλέον τύπων:

W: αστέρες *Wolf-Rayet*, όμοιοι με τύπου **O**, αλλά με ανώμαλα εκτεταμένη ατμόσφαιρα → ευρείες φασματικές γραμμές.

P: πλανητικά νεφελώματα → αραιό αέριο και σκόνη, διάμετρος $\sim 0.1\text{pc}$, τελικό στάδιο αστέρων μικρής μάζας.

ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΩΝ ΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ

Q: καινοφανείς αστέρες (novae) -> ξαφνική αύξηση λαμπρότητας (σήμερα χρησιμοποιείται σπάνια)

R, N, S: ανώμαλη χημική σύσταση -> υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα (R, N -> αστέρες άνθρακα) και οξειδίων σπάνιων στοιχείων (S)

Ανάμειξη εσωτερικής και επιφανειακής ύλης με ρεύματα μεταφοράς

R: έντονες μοριακές ταινίες της ελεύθερης ρίζας **CH**

N: έντονες μοριακές ταινίες της ελεύθερης ρίζας **CN**

S: έντονες μοριακές ταινίες **TiO, ZrO, YO, LaO** κ. ά.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Table 15.1(a)
The Spectral
Sequence

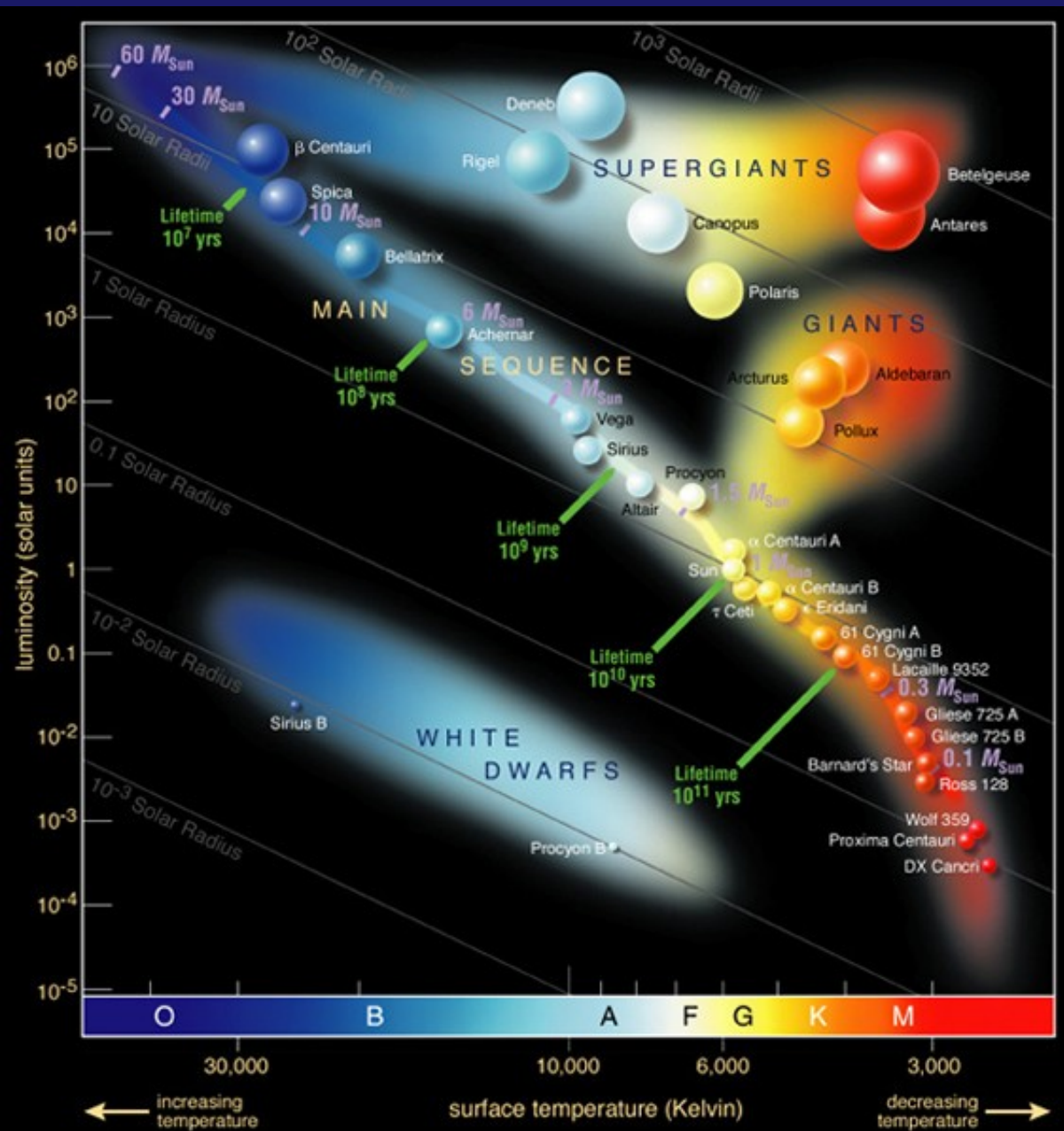
| Spectral Type | Example(s) | Temperature Range | Key Absorption Line Features | Brightest Wavelength (color) |
|---------------|------------------------------|-------------------|--|------------------------------|
| O | Stars of Orion's Belt | >30,000 | Lines of ionized helium, weak hydrogen lines | <97 nm (ultraviolet)* |
| B | Rigel | 30,000 K–10,000 K | Lines of neutral helium, moderate hydrogen lines | 97–290 nm (ultraviolet)* |
| A | Sirius | 10,000 K–7,500 K | Very strong hydrogen lines | 290–390 nm (violet)* |
| F | Polaris | 7,500 K–6,000 K | Moderate hydrogen lines, moderate lines of ionized calcium | 390–480 nm (blue)* |
| G | Sun, Alpha Centauri A | 6,000 K–5,000 K | Weak hydrogen lines, strong lines of ionized calcium | 480–580 nm (yellow) |
| K | Arcturus | 5,000 K–3,500 K | Lines of neutral and singly ionized metals, some molecules | 580–830 nm (red) |
| M | Betelgeuse, Proxima Centauri | <3,500 K | Molecular lines strong | >830 nm (infrared) |

* All stars above 6,000 K look more or less white to the human eye because they emit plenty of radiation at all visible wavelengths.

Copyright © Addison Wesley

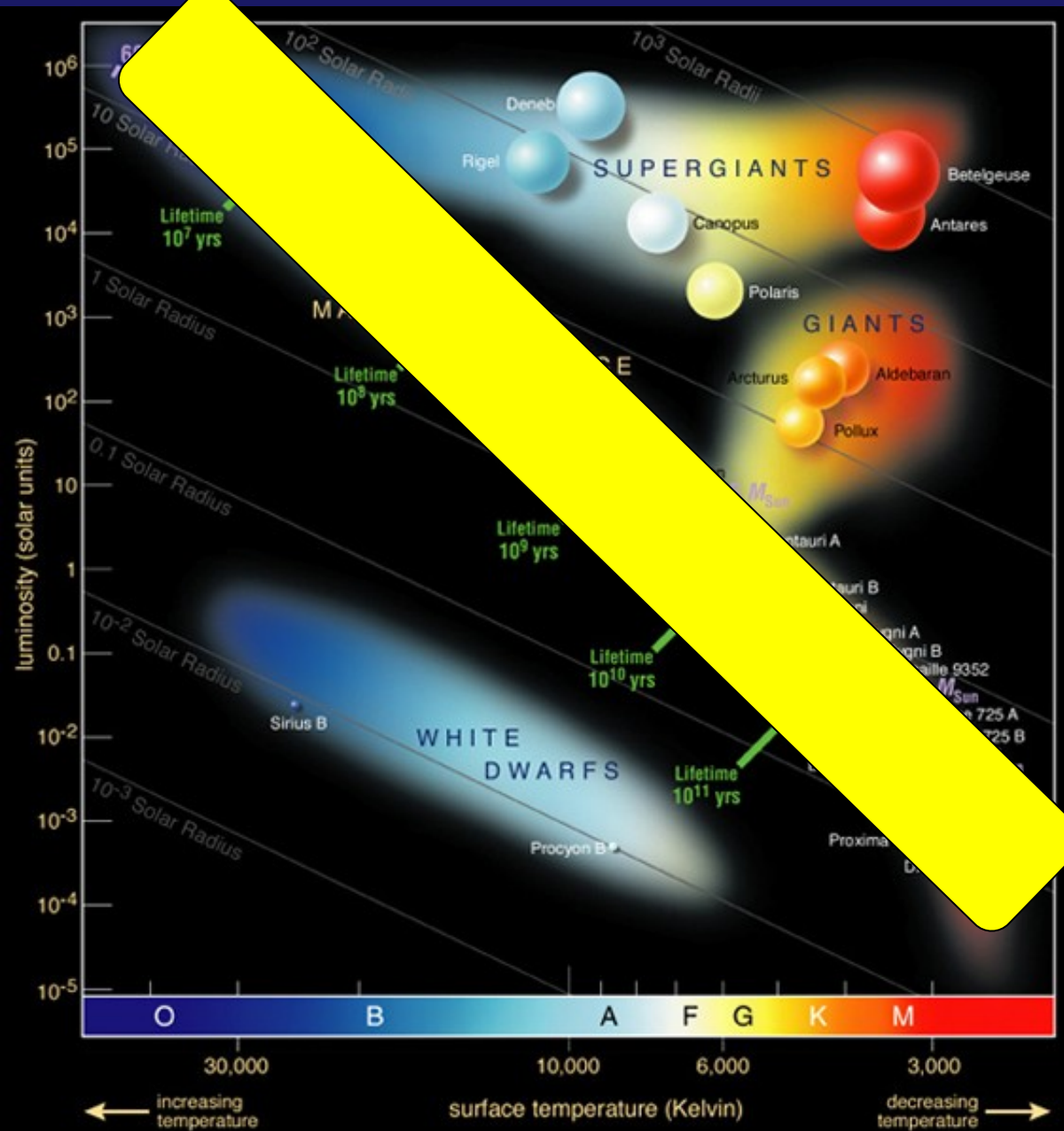
Εικόνα 2: Βασικές ιδιότητες αστέρων διαφορετικών φασματικών τύπων [2].

ΤΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ HERTZSPRUNG-RUSSELL (H-R)



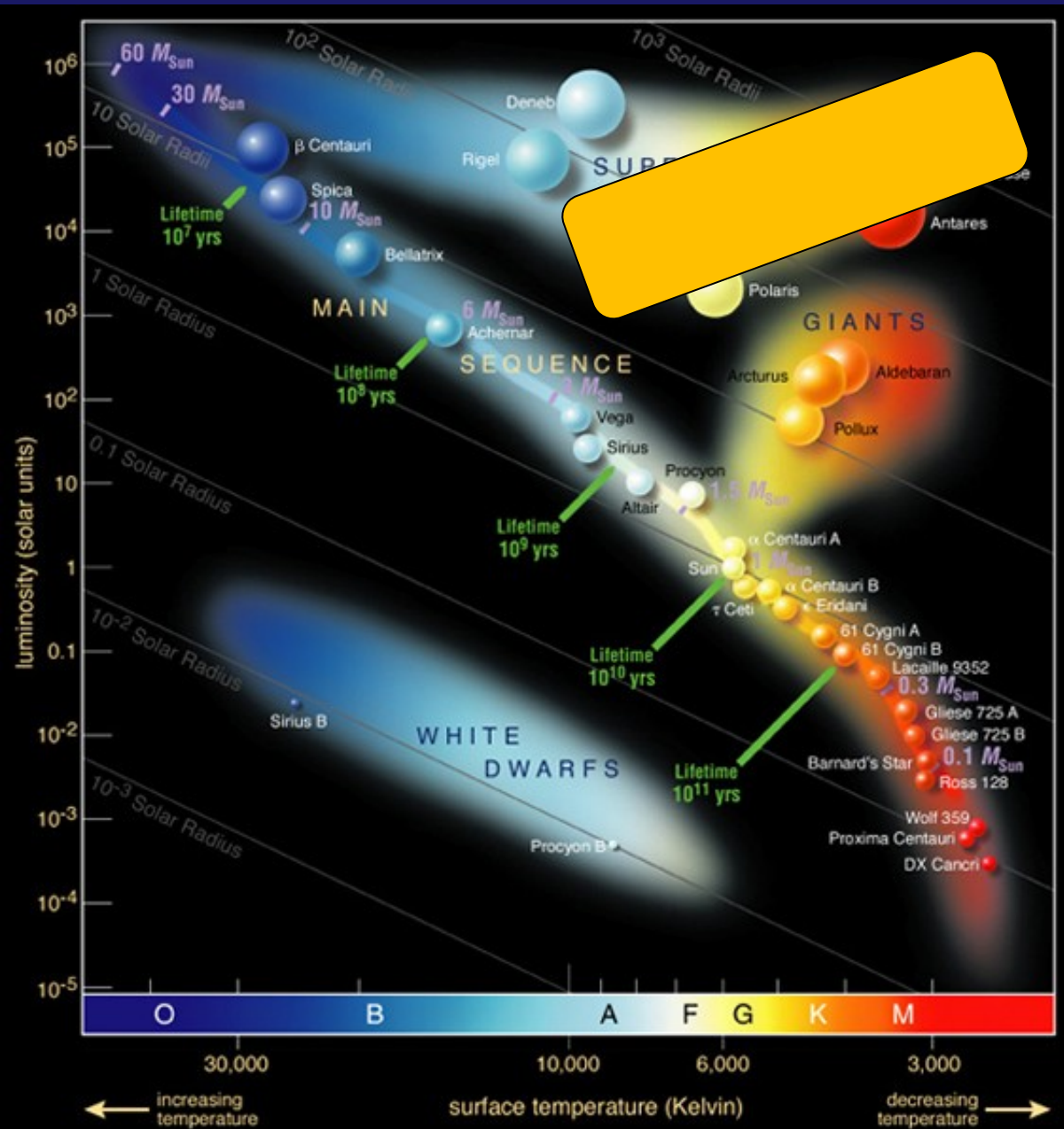
Εικόνα 3: Το διάγραμμα Hertzsprung-Russell. Οι αστέρες κατανέμονται με βάση τη φωτεινότητά τους (κατακόρυφος άξονας) και τον φασματικό τους τύπο (οριζόντιος άξονας) [3].

Η ΚΥΡΙΑ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ



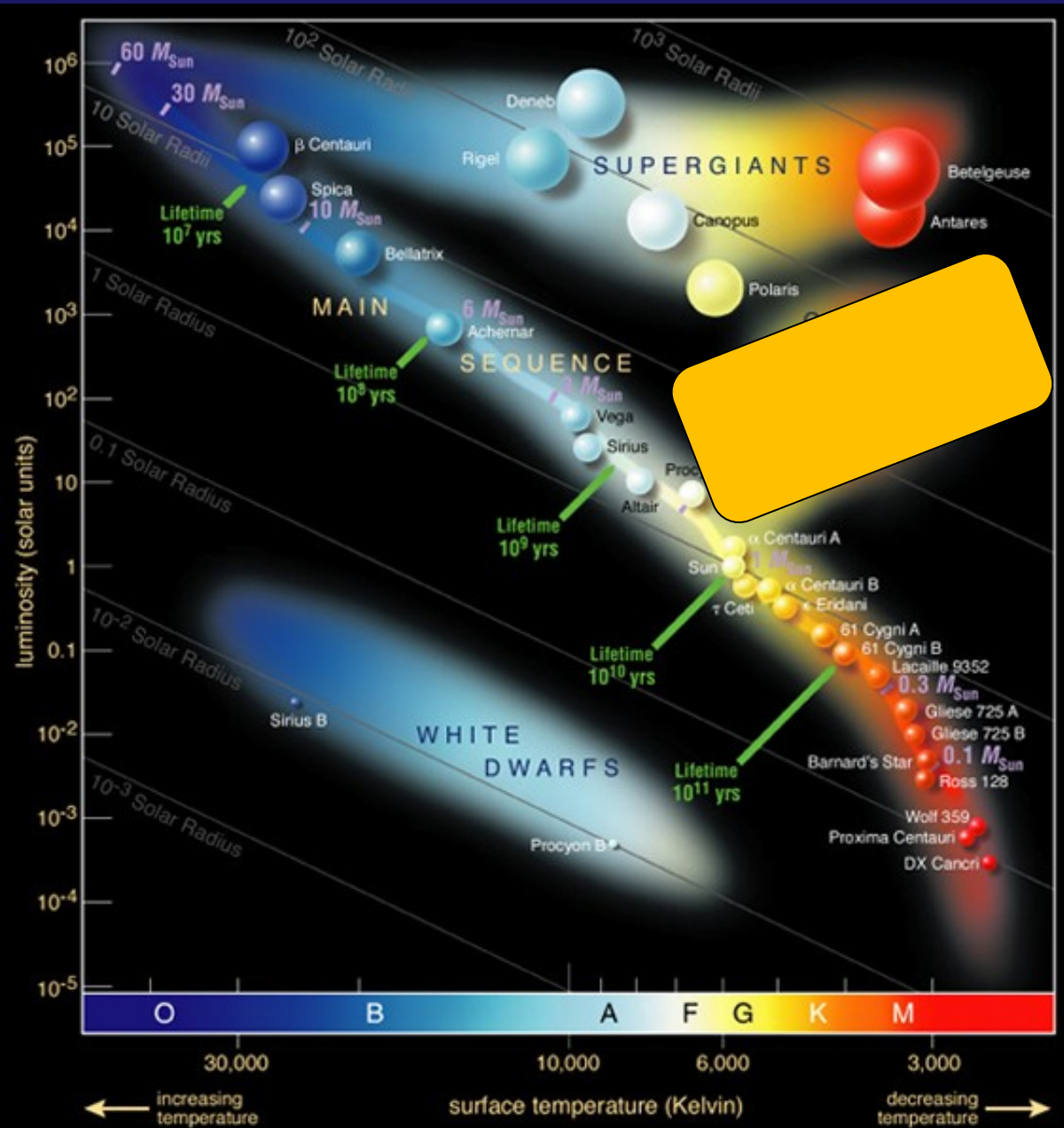
Εικόνα 3.1: Η κύρια ακολουθία στο διάγραμμα HR [3].

ΥΠΕΡΓΙΓΑΝΤΕΣ



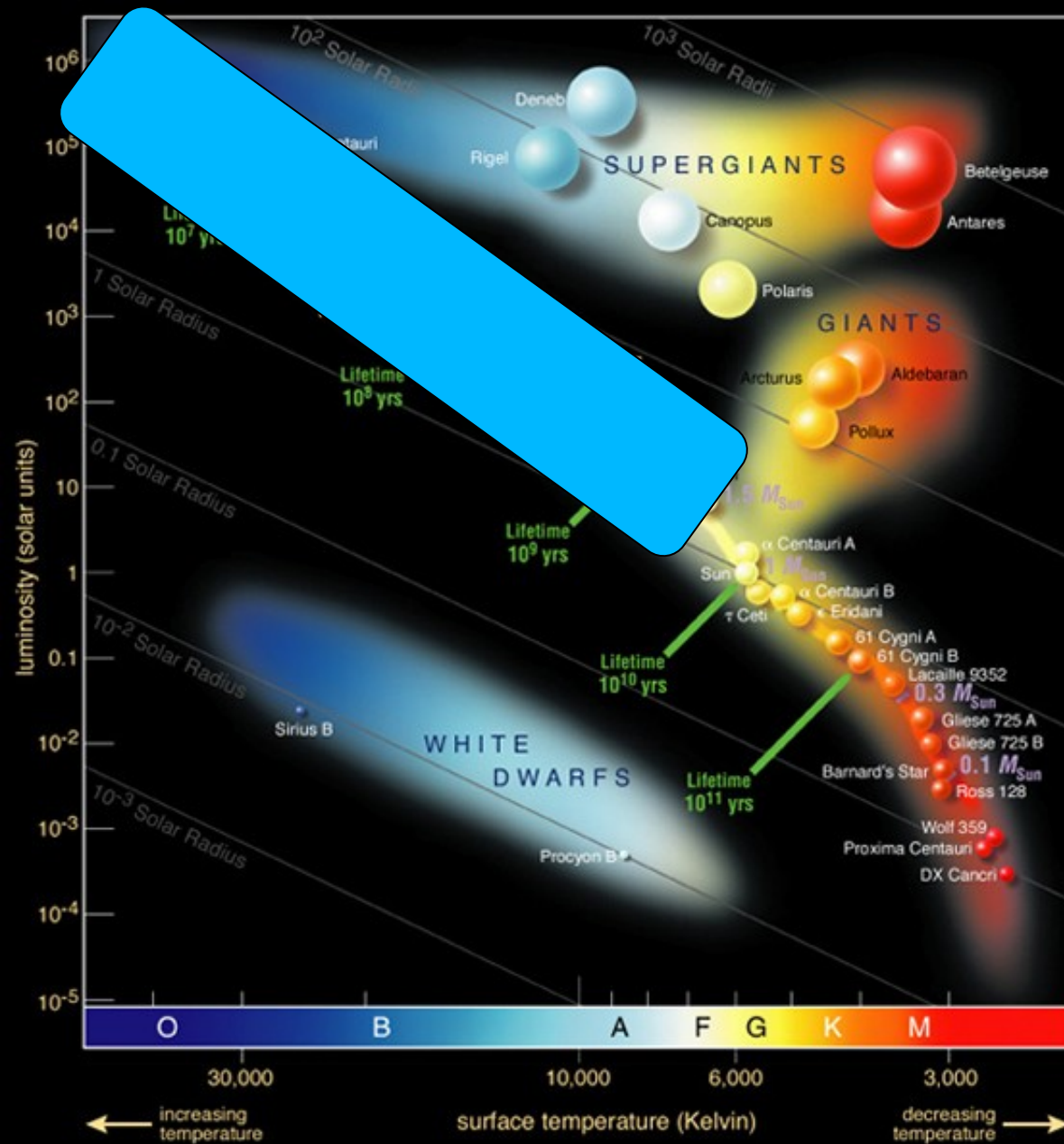
Εικόνα 3.2: Οι υπεργίγαντες στο διάγραμμα HR [3].

ΕΡΥΘΡΟΙ ΓΙΓΑΝΤΕΣ



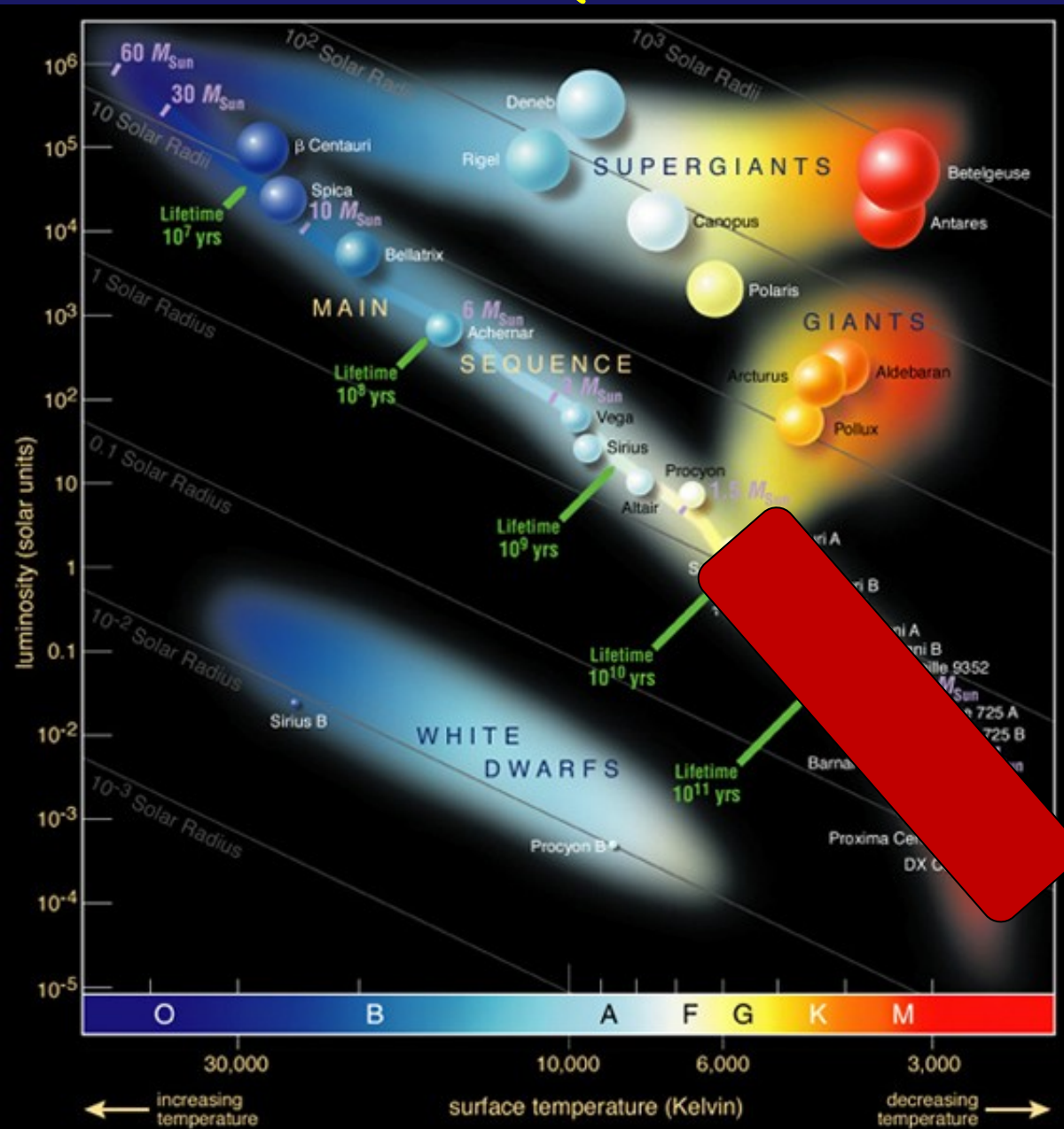
Εικόνα 3.3: Οι ερυθροί γίγαντες στο διάγραμμα HR [3].

ΠΡΟΓΕΝΕΣ ΤΕΡΟΥ ΦΑΣΜΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ (ΚΥΑΝΟΙ ΓΙΓΑΝΤΕΣ)



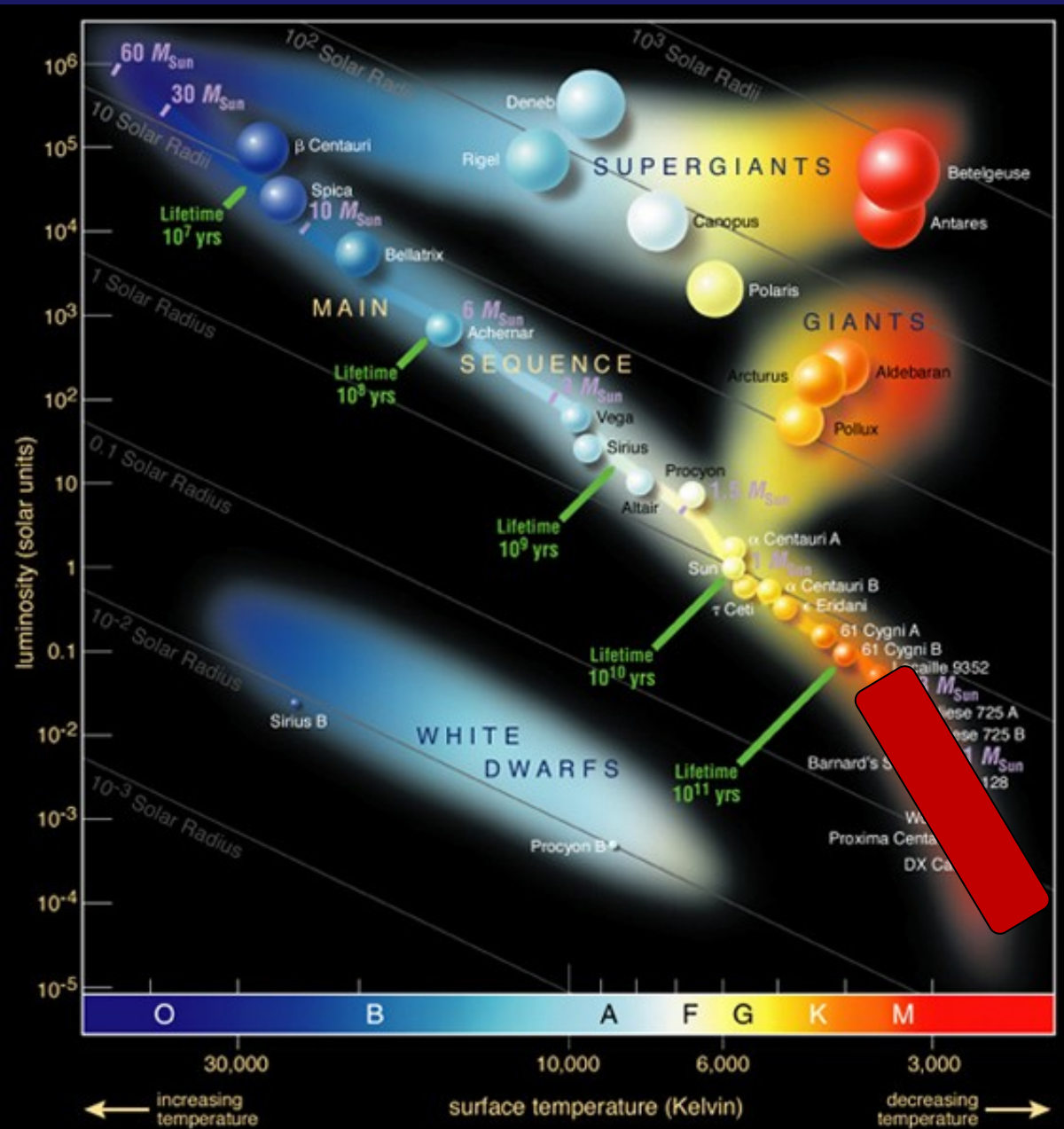
Εικόνα 3.4: Οι κυανοί γίγαντες στο διάγραμμα HR [3].

ΜΕΤΑΓΕΝΕΣΤΕΡΟΥ ΦΑΣΜΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ (ΝΑΝΟΙ ΤΗΣ Κ. Α.)



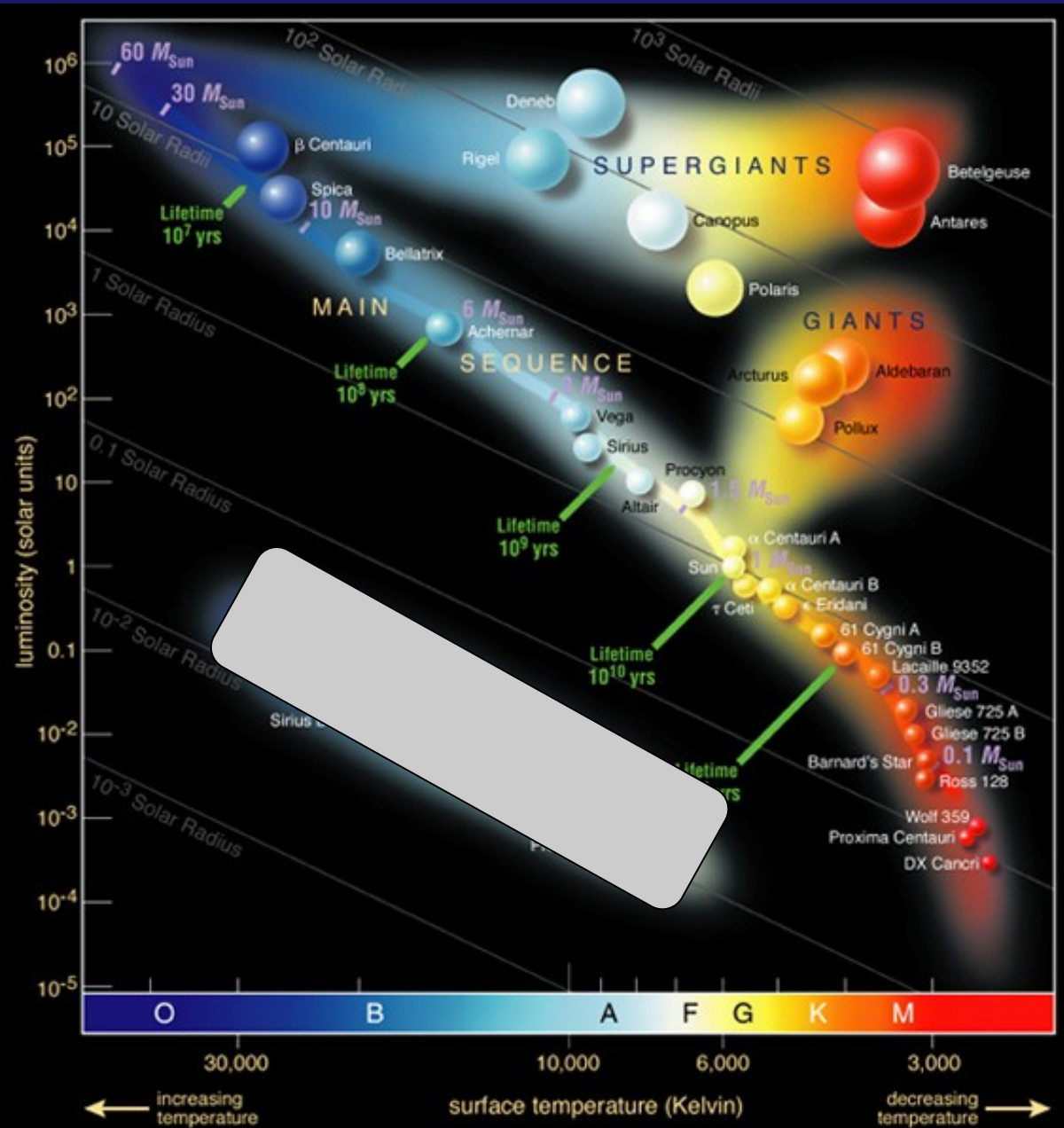
Εικόνα 3.5: Οι νάνοι της κύριας ακολουθίας στο διάγραμμα HR [3].

ΕΡΥΘΡΟΙ ΝΑΝΟΙ



Εικόνα 3.6: Οι ερυθροί νάνοι στο διάγραμμα HR [3].

ΛΕΥΚΟΙ ΝΑΝΟΙ



Εικόνα 3.7: Οι λευκοί νάνοι στο διάγραμμα HR [3].

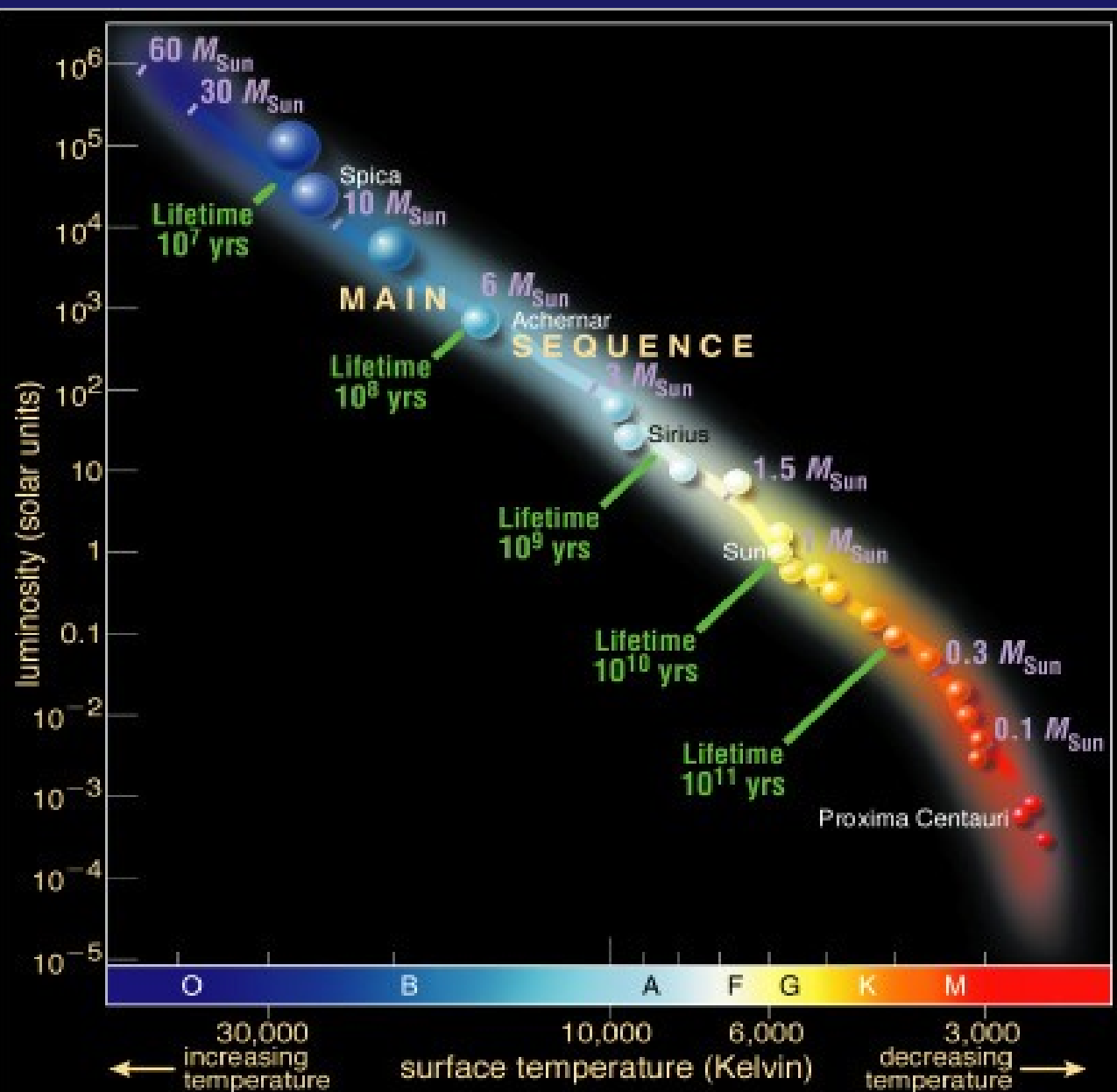
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ Η-R

Στατιστική αξία έχουν τα διαγράμματα Η-R που περιλαμβάνουν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα αστέρων, π.χ.

- Διάγραμμα Η-R αστέρων ενός συγκεκριμένου αστρικού σμήνους (ίδια απόσταση)
- Διάγραμμα Η-R αστέρων μέχρι μιας ορισμένης απόστασης από τον Ήλιο.

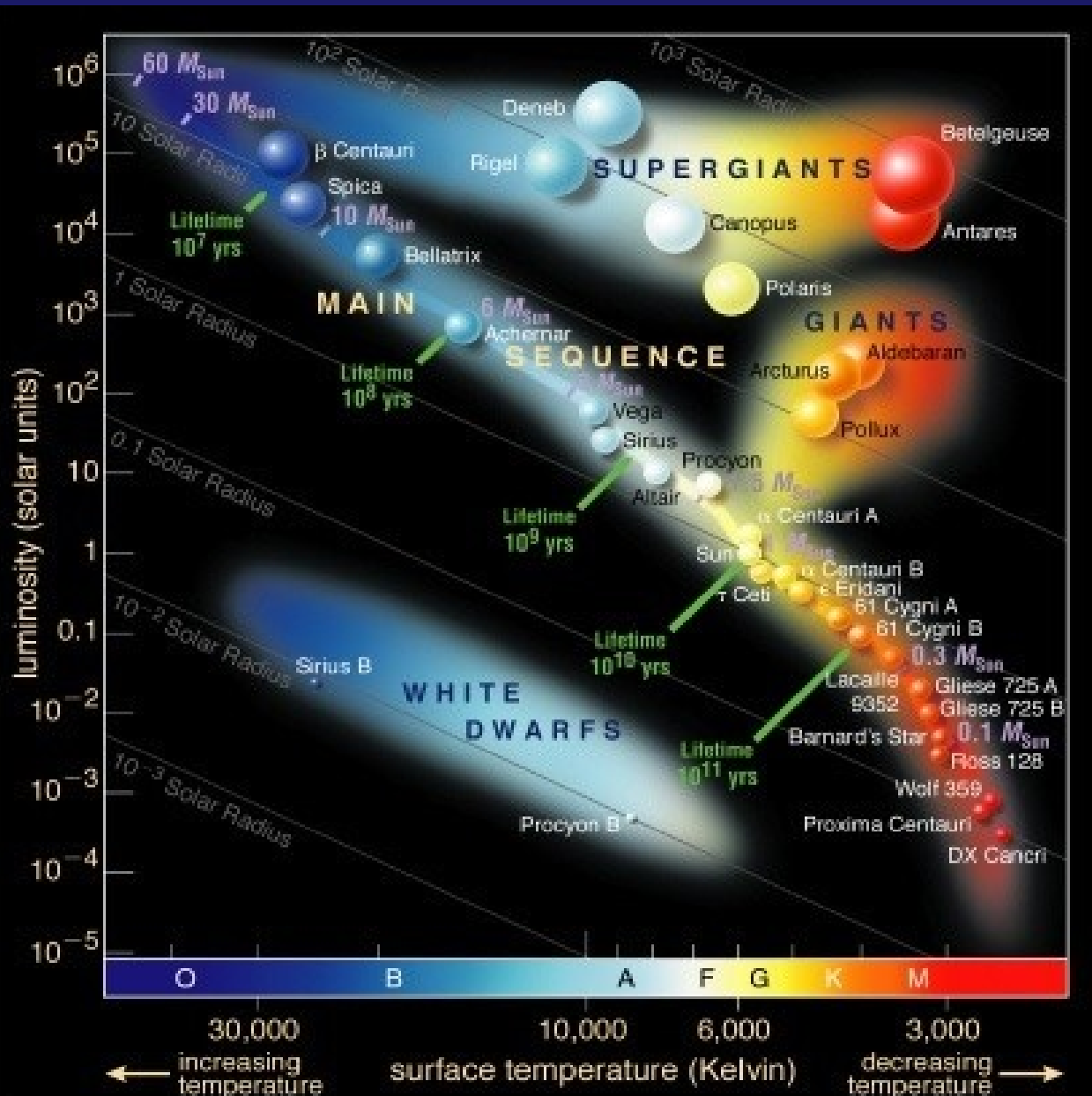
$S_p - M_{pg}$ ή $S_p - B-V$: παρατηρησιακό διάγραμμα Η-R
 $T_{eff} - \log L$: θεωρητικό διάγραμμα Η-R

ΜΑΖΑ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΑΣΤΕΡΩΝ



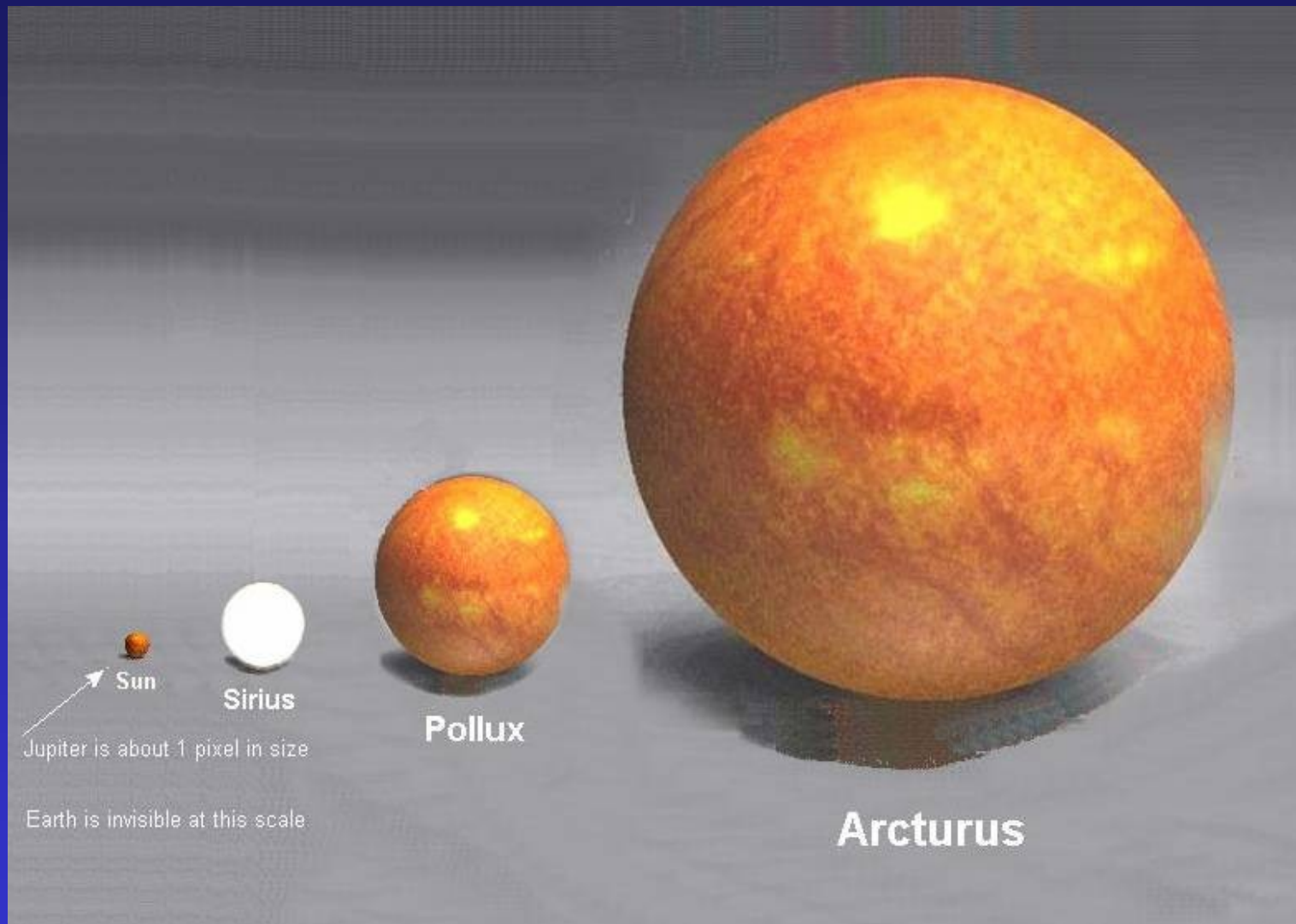
Εικόνα 4: Η διάρκεια ζωής των αστερών σε σχέση με τη μάζα τους. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα στο διάγραμμα HR δείχνουν τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των αστερών με μικρότερη μάζα [3].

ΑΚΤΙΝΕΣ ΑΣΤΕΡΩΝ



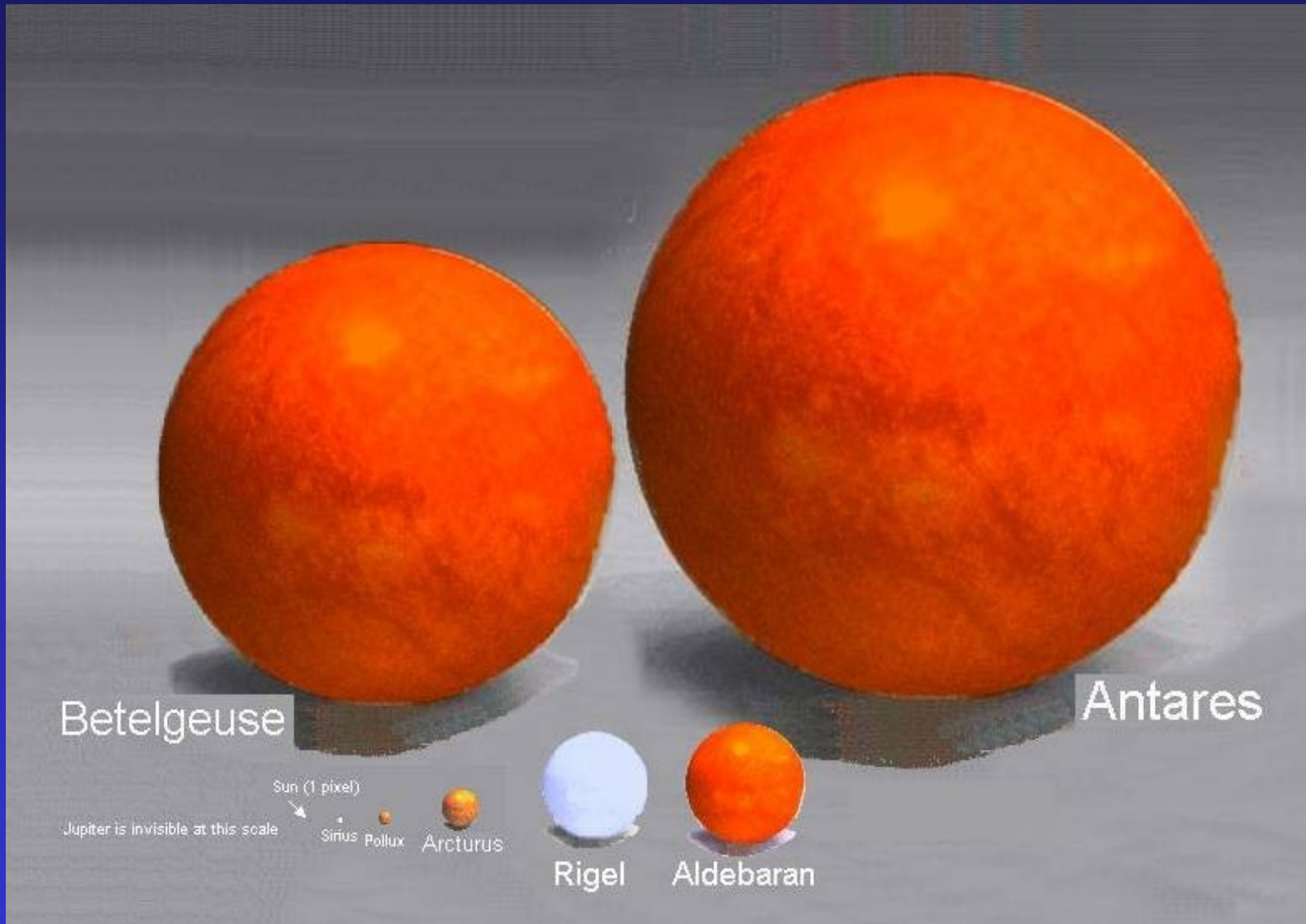
Εικόνα 5: Οι διαγώνιες γραμμές στο διάγραμμα HR δείχνουν αστέρες με την ίδια ακτίνα. Ως μονάδα χρησιμοποιείται η ακτίνα του Ήλιου [3].

ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ ΓΙΓΑΝΤΩΝ



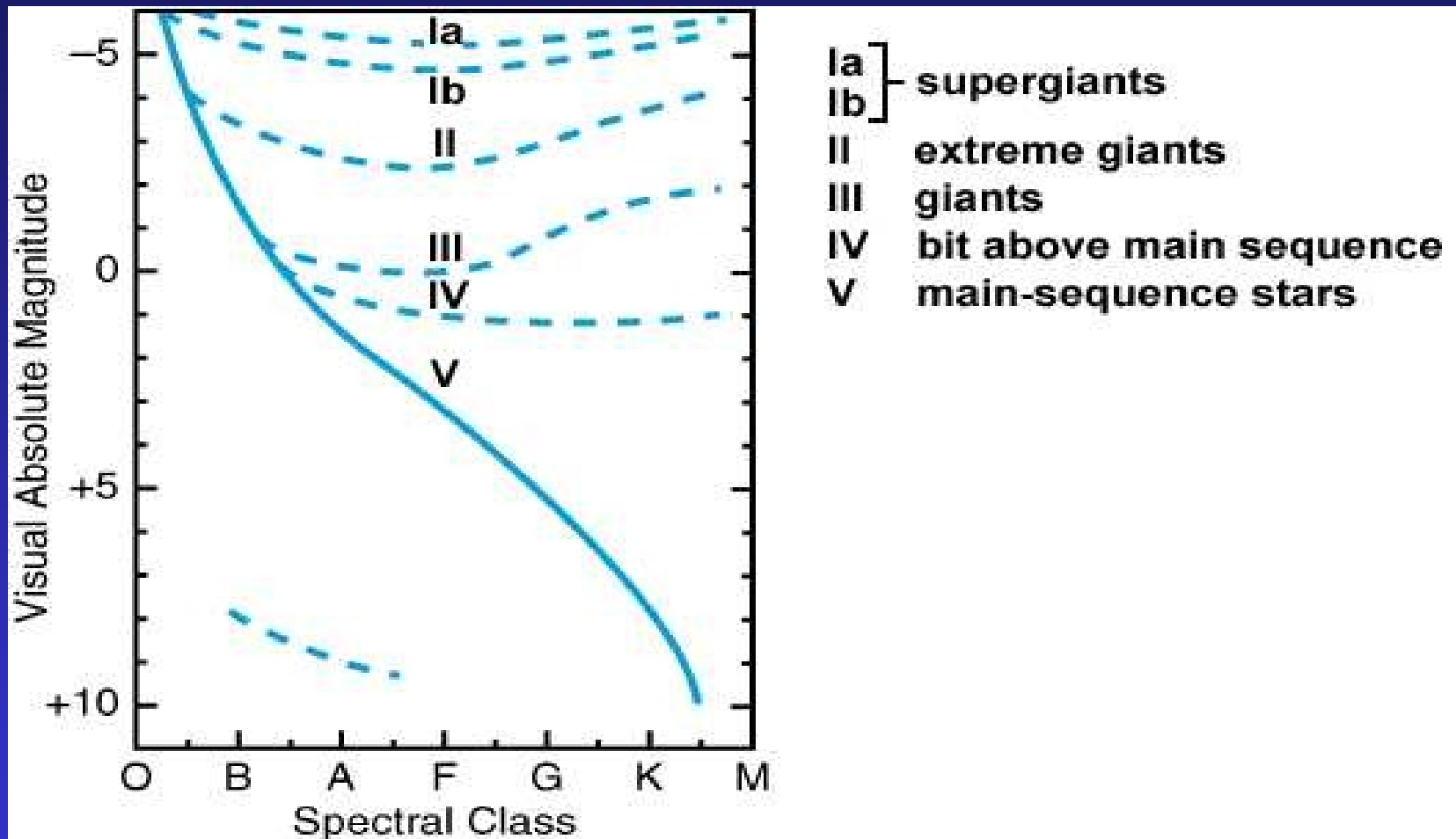
Εικόνα 6: Σχετικές ακτίνες γιγάντων. Στην εικόνα φαίνεται ο Ήλιος για σύγκριση, ενώ ο πλανήτης Δίας σε αυτήν την κλίμακα έχει μέγεθος ένα pixel [4].

ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ ΥΠΕΡΓΙΓΑΝΤΩΝ



Εικόνα 7: Σχετικές ακτίνες υπεργιγάντων. Στην εικόνα φαίνεται ο Ήλιος για σύγκριση, ο οποίος σε αυτήν την κλίμακα έχει μέγεθος ένα pixel [5].

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ ΥΕΡΚΕΣ (ΤΑΞΕΙΣ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ)



Εικόνα 8: Ταξινόμηση των αστέρων κατά Yerkes. Με χρήση αυτής της ταξινόμησης και γνώση του φασματικού τύπου και της λαμπρότητας ενός αστέρα, είναι δυνατός ο προσδιορισμός της απόστασης του [6].

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. Representative stellar spectra from a range of spectral classes

Source: NASA (Public Domain)

Author: Robert Nemiroff (MTU) & Jerry Bonnell (USRA)

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Obafgkm_noao_big.jpg

2. Spectral Classes (copyright Addison Wesley)

Lecture Notes, Introduction to General Astronomy, Bryan Mendez

University of California, Berkeley

<http://cse.ssl.berkeley.edu/bmendez/ay10/2002/notes/lec13.html>

3. Hertzsprung-Russel Diagram identifying many well known stars in the Milky Way galaxy

European Southern Observatory (via Wikimedia Commons)

Creative Commons Attribution 3.0 Unported licence

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hertzsprung-Russel_StarData.png

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

4. Sun and other Stars

Brevard Astronomical Society

<http://www.brevardastro.org/albums/UniverseScale/photo4.html>

5. Sun and Giant Stars

Brevard Astronomical Society

<http://www.brevardastro.org/albums/UniverseScale/photo5.html>

6. Spectroscopic Parallax

Lecture Notes, Astronomy and the Nature of the Universe

Prof. M. Hanson, University of Cincinnati

www.physics.uc.edu/~hanson/ASTRO/LECTURENOTES/W03/Lec7/Page9.html



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Νικόλαος Τρυφωνίδης
Θεσσαλονίκη, 31 Μαρτίου 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

