

# Sólstjörnur



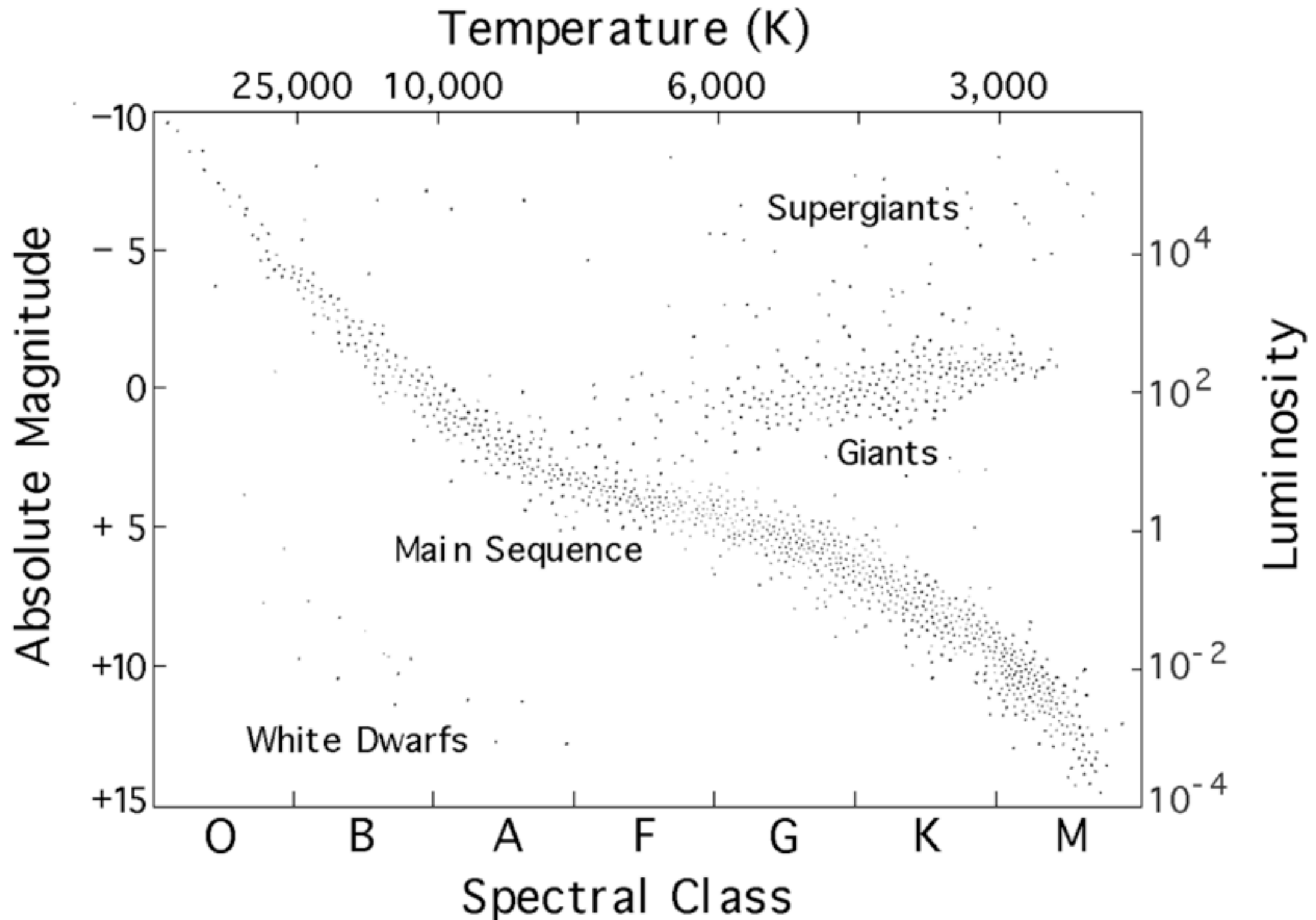
# Litrófsmælingar

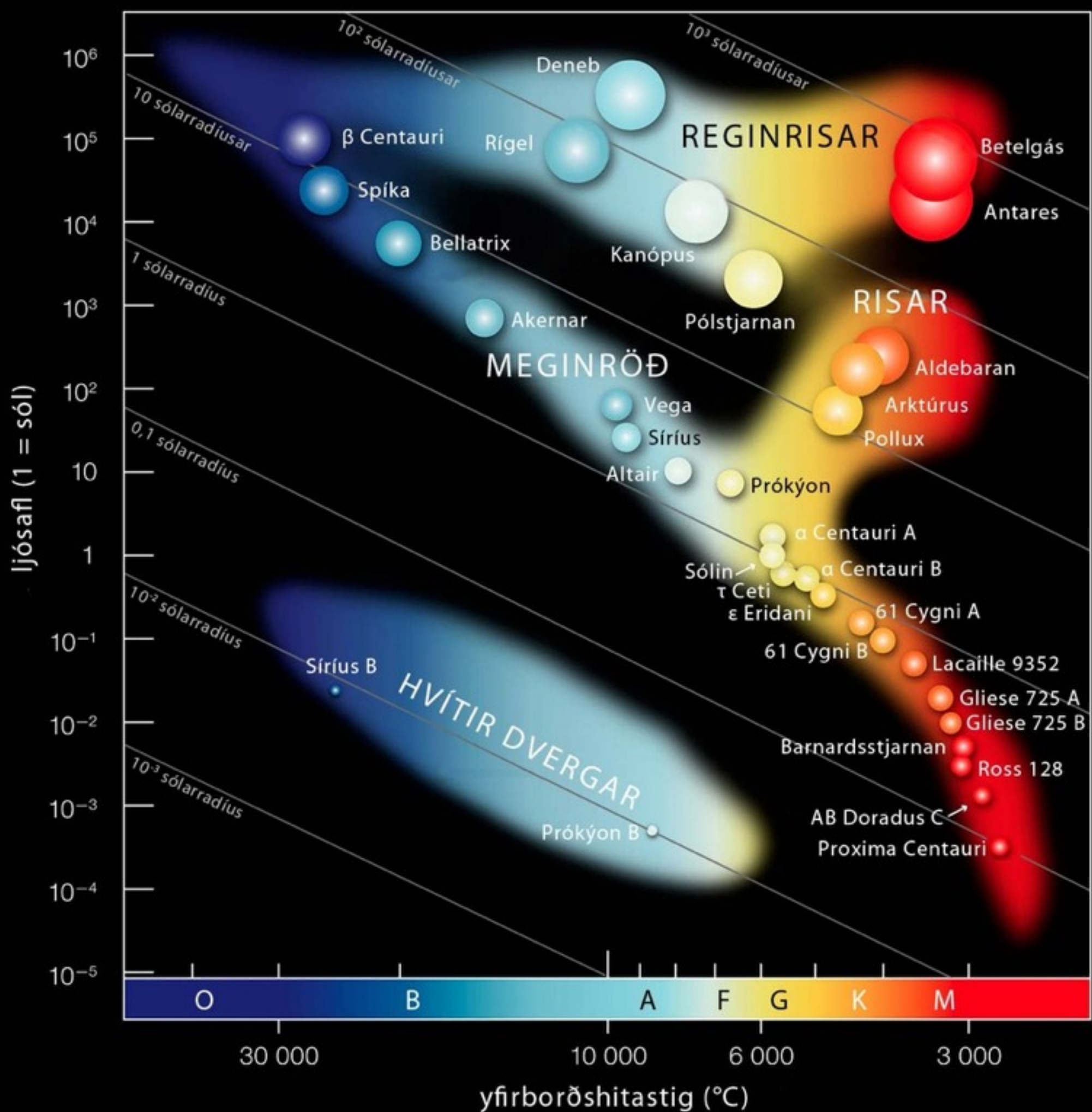
- Með því að láta ljós stjarna skína á glerþrístrending eða raufagler má fá *litróf* tiltekinnar stjörnu
- Í litrófinu er að finna *litrófslínur* sem segja til um hvaða efni má finna í viðkomandi sólstjörnu
- Styrkur litrófslínanna segir til um *yfirborðshitastig* stjörnunnar og ef *raunbirtan* er þekkt má fá út *stærð* stjörnunnar
  - Frumefnið helín fannst fyrst sem óþekkt litrófslína í litrófi sólarinnar okkar

# HR-línuritið

- Eftir tilkomu litrófsmælinga á 19. öld voru litróf tugi þúsunda stjarna mæld og rannsökuð
- Litróf stjarna voru fyrst gróflega flokkuð eftir því hvaða litrófslínur voru mest áberandi og notast var við bókstafina B, A, F, G, K og M
  - B stjörnur voru tiltölulega bláleitar, F og G gulleitar eins og Sólin en K og M rauðleitar
- Á sama tíma fjölgaði þeim stjörnum sem tekist hafði að ákvarða fjarlægðina til og því *raunbirta* þeirra þekkt

# HR-línuritið





# HR-línuritið

- Með tilkomu HR-línuritsins mátti loks sjá reglu út úr margbreytileika stjarnanna
  - Ef stjarna var heit þá var hún líka björt
  - Ef stjarna var köld þá var hún dauf
- Línan skáhallt yfir grafið nefnist *meginröð* og á henni eru um 90% allra stjarna
  - Stjörnur eyða mestallri ævi sinni á þessum hluta grafsins
- Á *láréttu greininni* eru svo rauðir risar, um 10% stjarna
- Afgangurinn, t.d. hvítir dvergar og rauðir stórrisar raða sér á víð og dreif um grafið



# Flokkun stjarna

- Stjörnur eru flokkaðar eftir *yfirborðshitastigi* eða *lit*
  - Þ.e. *litur* og *litróf* stjarnanna eru í beinu sambandi við *yfirborðshitastið*
- Stjörnunum á *meginröð* (brenna vetni í kjarna) er skipt í sjö flokka: O, B, A, F, G, K, M
  - Oh, be a fine girl/guy kiss me
  - Íslensk skammstöfun? - Oft berjast allir flokkar gegn kjánalegum málum
  - Hverjum *litrófsflokki* skipt í undirflokk frá 0 upp í 9 eftir hitastigi, því hærri sem talan er því kaldari er stjarnan
- *Litróflínur* eru notaðar til að greina hitastig og efnasamsetningu stjarna

# Nánar um litrófsflokkana

- O-stjörnur eru *bláar* og heitustu stjörnurnar á meginröð
  - Yfirborðshitastig á bilinu 30 - 60 þúsund gráður
  - 20 - 300 sólmassar
  - Sjaldgæfar stjörnur, aðeins um 20 þúsund talsins í okkar vetrarbraut
- B-stjörnur eru *bláhvítar* og næstheitustu stjörnurnar á meginröð
  - Yfirborðshitastig á bilinu 10 - 30 þúsund gráður
  - 3 - 18 sólmassar
- Björtustu O og B stjörnur eru kallaðar *bláir risar*



Í *Óríon* má m.a. finna *O*, *B* og *M*  
stjörnur





Björtustu stjörnurnar í  
*Sjöstirninu* (M45) eru í flokki *B*



# Nánar um litrófsflokkana

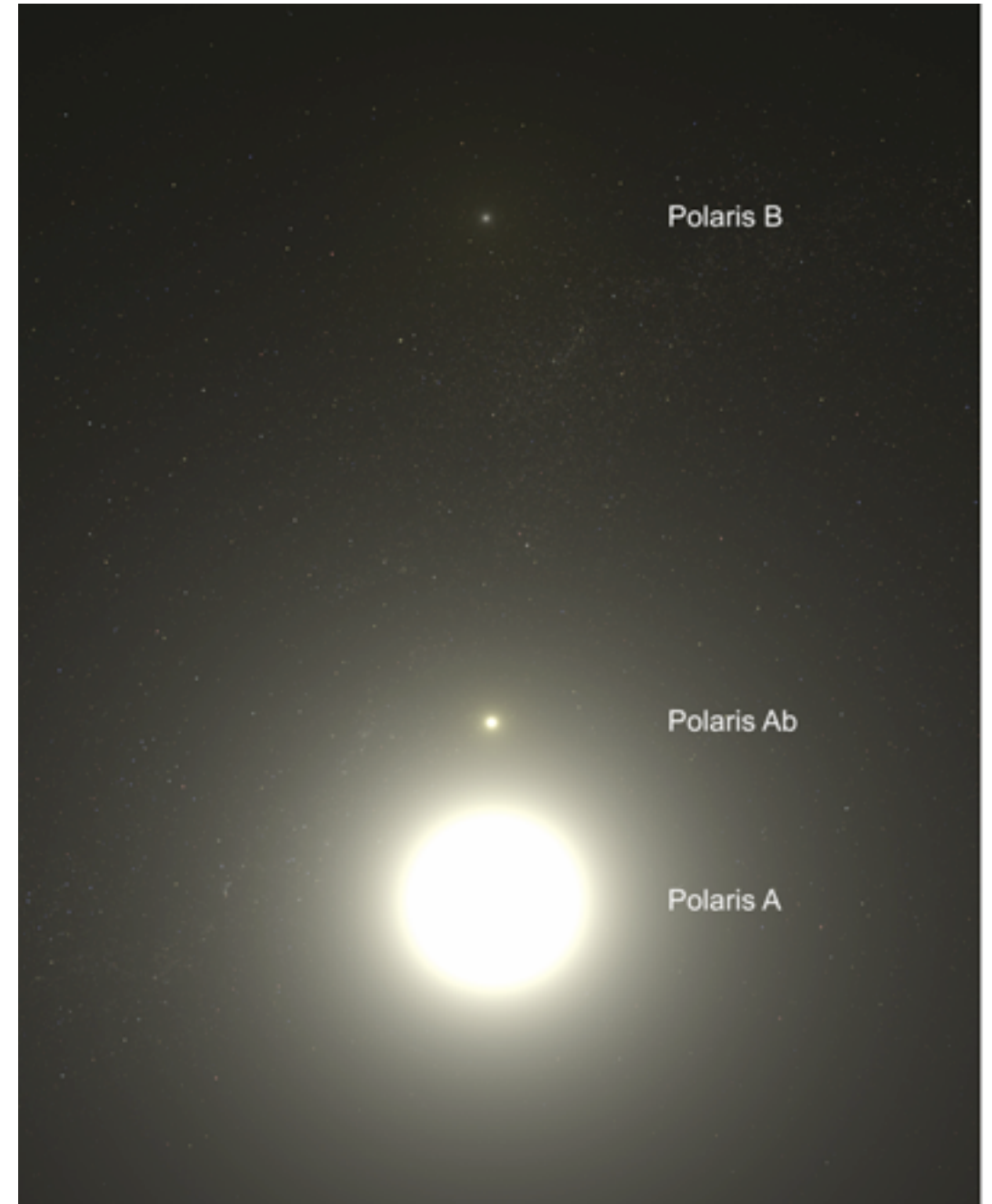
- A-stjörnur eru *hvítar* eða *bláhvítar* og 3. heitustu stjörnurnar á meginröð
  - Yfirborðshitastig á bilinu 7500 - 10000°C
  - 1,5 - 3 sólmassar
- F-stjörnur eru *hvítar* eða *gulhvítar* og 4. heitustu stjörnurnar á meginröð
  - Yfirborðshitastig á bilinu 6000 - 7500°C
  - 1,2 - 1,5 sólmassar
- G-stjörnur eru *gular* og 5. heitustu á meginröð
  - Sólin okkar er í þessum flokki
  - Yfirborðshitastig á bilinu 5000 - 6000°C
  - 0,8 - 1,2 sólmassar



# Dæmi um *A* og *F* stjörnur



Síríus (flokkur *A*)



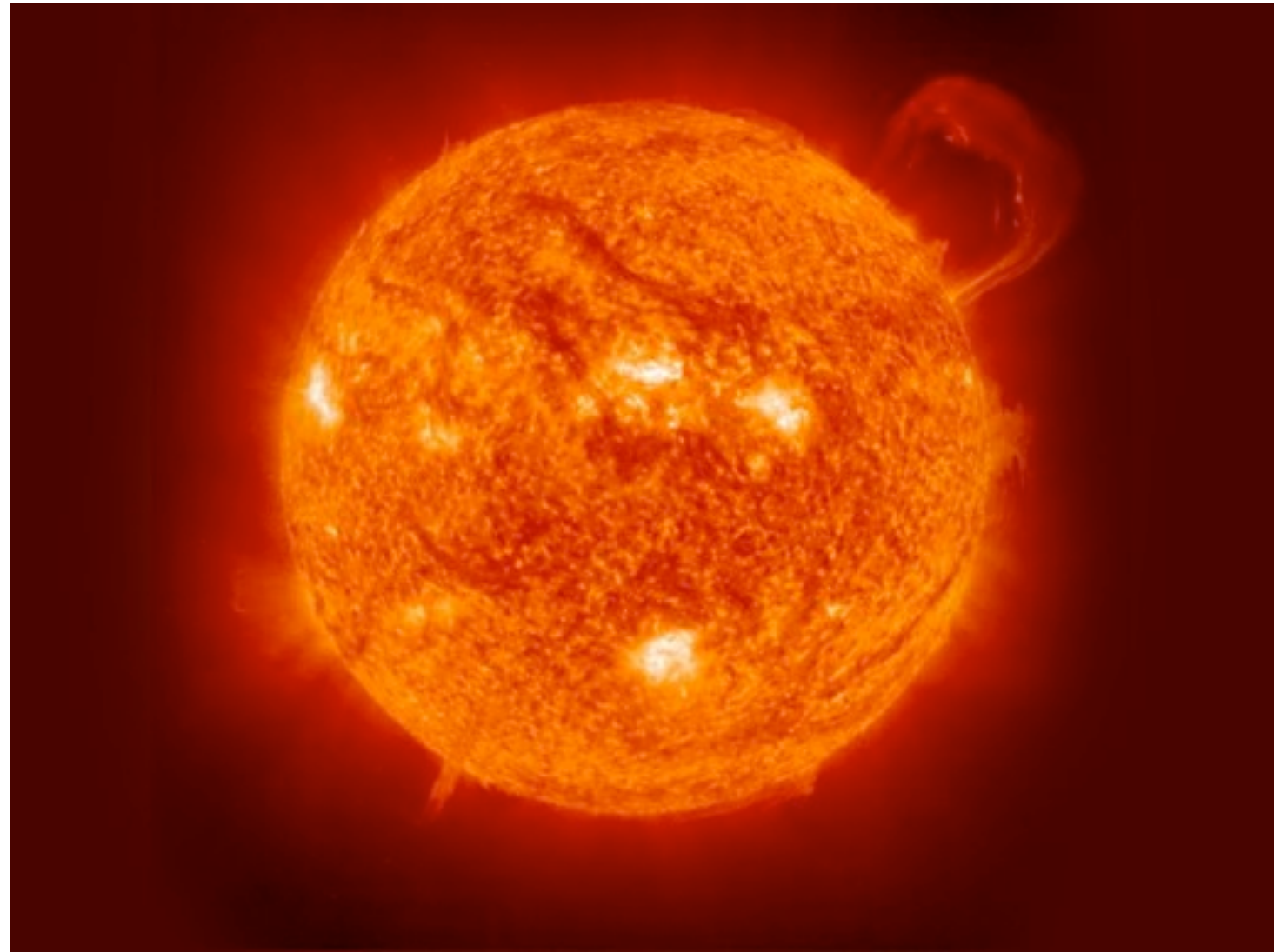
Pólstjarnan (risastjarna í flokkur *F*)



# Dæmi um G stjörnur



Kapella



Sólin okkar

# Nánar um litrófsflokkana

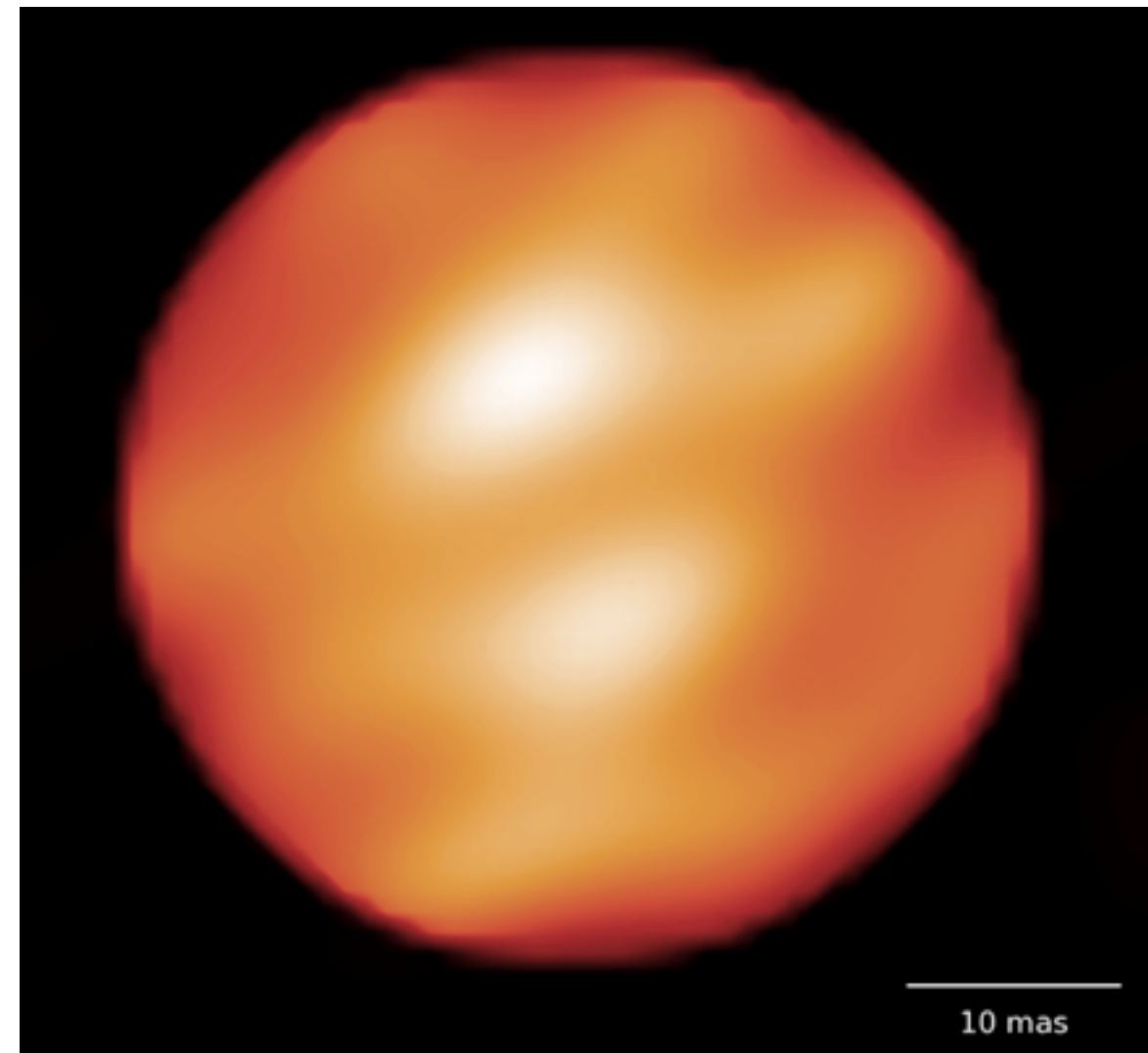
- K-stjörnur eru *gular* eða *appelsínugular* og næstköldustu stjörnur á meginröð
  - Yfirborðshitastig á bilinu 3500 - 5000°C
  - 0,5 - 0,8 sólmassar og lifa í 15 - 30 milljarða ára
- M-stjörnur eru *rauðleitar* og köldustu stjörnur á meginröð
  - Yfirborðshitastig innan við 3500°C
  - Innan við 0,5 sólmassar
  - Stjörnur í þessum flokki á meginröð kallast *rauðir dvergar*
- Flokkarnir AFGKM eiga sér líka stjörnur ofar á HR-grafinu, svokallaða *risa*, stjörnur sem brenna helíni í kjarna
  - Þessar stjörnur eru massameiri og hafa meira *ljósafl* en stjörnur í sama flokki á meginröð, en hafa sama *yfirborðshitastig*



# Dæmi um *K* og *M* risastjörnur



Aldebaran í *Nautinu*



Betelgás í *Óríon*



# Massinn ákvarðaður

- Massinn ræður því hvar stjörnur lenda á meginröð HR-línuritsins
- Hámassa stjörnur lenda efst til vinstri í flokkum O og B
  - Þær eru bjartastar og heitastar
- Massaminnstu stjörnurnar eru neðst og lengst til hægri í flokkum K og M
  - Þær eru daufar og kaldar
- Allir helstu eiginleikar stjarna ráðast af massa þeirra, m.a. *ævilengd* þeirra
  - Hámassa stjörnur eru skammlífar en lágmassa stjörnur langlífar

# Ævilengd stjarna

- Í fyrstu mætti halda að hámassa stjörnur lifðu lengur vegna meira eldsneytis þeirra
  - Í raun er þessu öfugt farið vegna meiri þyngdarkrafts massameiri stjarna og því meiri varmaþrýstings sem þarf út á við til að vega á móti samþjöppuninni
- Meiri varmaþrýstingur krefst hærri hita og hraðari orkulosunar
  - Til að mynda er 10 sólmassa stjarna um þrjú þúsund sinnum bjartari en sólin og lifir aðeins í 10 milljón ár

# Mikilvægi HR-línuritsins

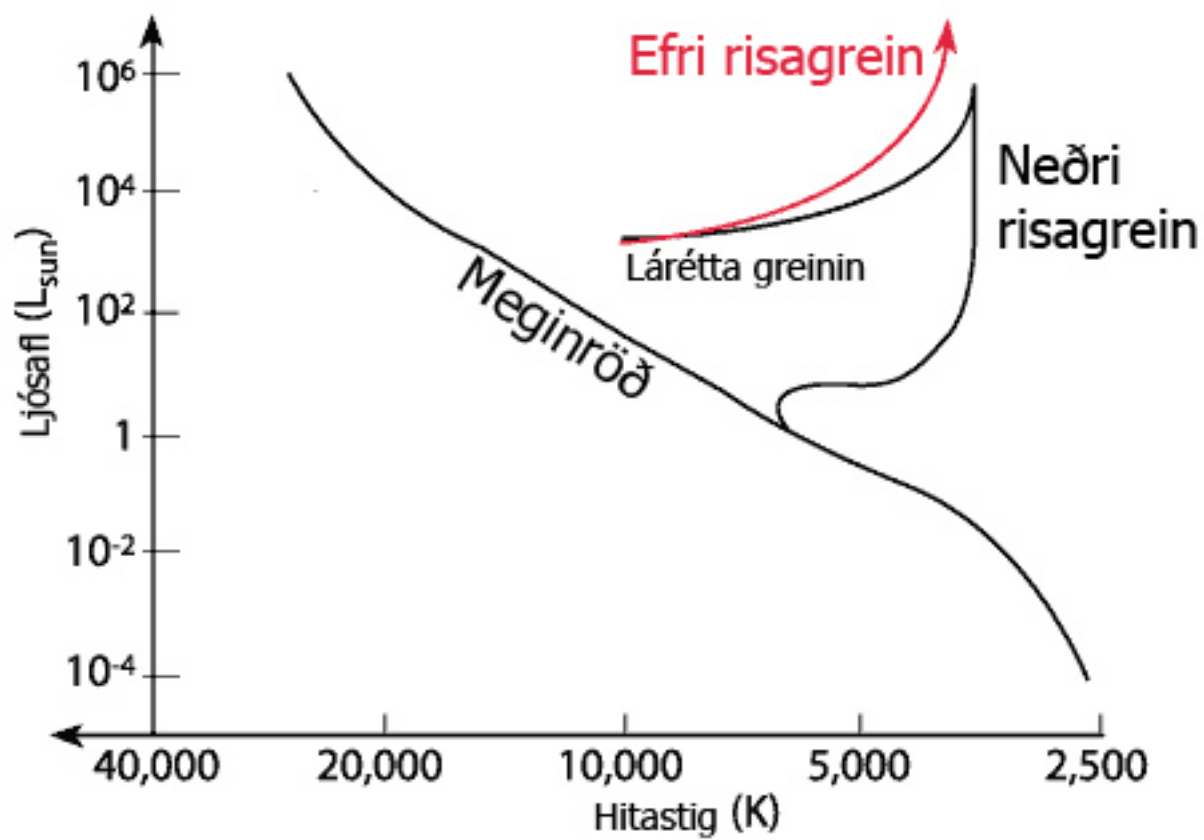
- Þægilegt er að sjá fyrir sér æviferil stjörnu með því að teikna hann inn á HR-línurit
  - Þá sést hvernig birta, yfirborðshiti og stærð breytist eftir því sem stjarnan þróast
- *Staðsetning stjarna á meginröð* ræðst af massannum og hver massi á sér síðan tiltekinn æviferil á HR-línuritinu
  - Við myndun er stjarna utan meginraðarinnar en „sest á“ meginröð þegar vetnissamruni hefst og eyðir mestallri ævi sinni þar
  - Einnig er HR-línuritið mikilvægt þegar kemur að ákvörðun fjarlægðar fjarlæggra fyrirbæra frá Sólu
- Myndskeið sem sýnir ólíka hópa stjarna:  
<http://www.youtube.com/watch?v=2uxfGNxNMg8>

# Æviskeið sólar

- Sólin fæðist í frumpokunni fyrir 4,6 milljörðum ára
- Hún er nú hálfnuð á lífsleið sinni
- Eftir u.þ.b. 5 milljarða ára tekur hún að þenjast út
- Verður að rauðum risa ...
- ... og endar ævi sína sem hvítur dvergur

## Æviskeið sólar

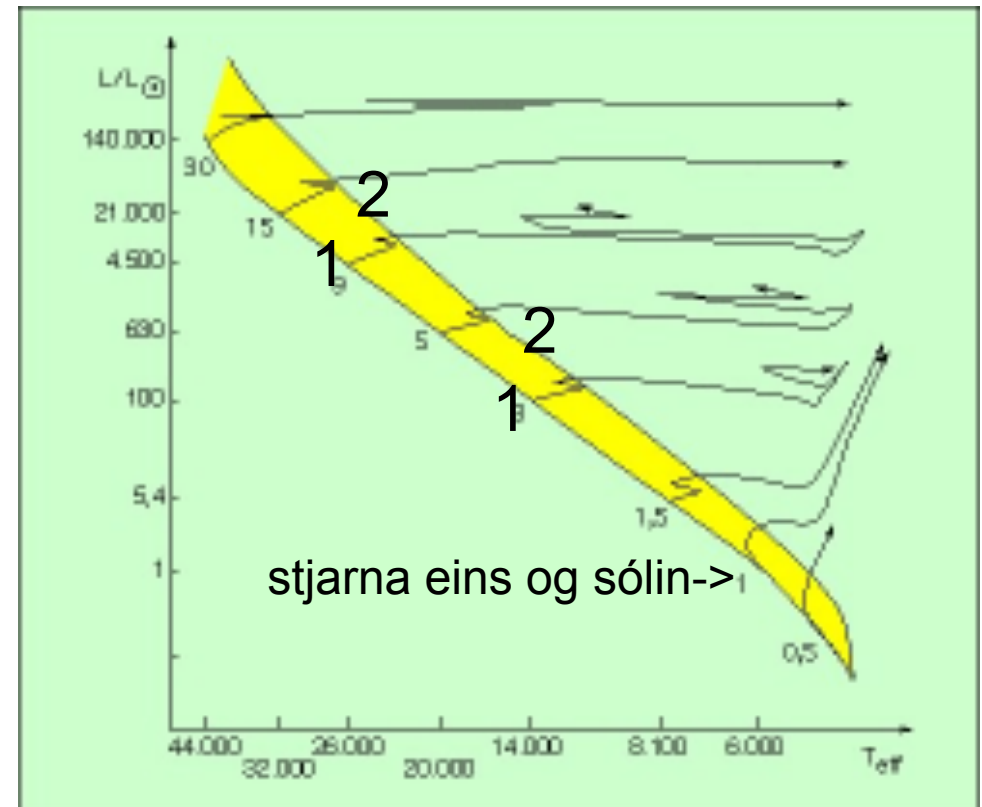




# Núllaldurs- og Lokaaldurs-meginröð

- Meginröð (MR)
  - stjórnur brenna vetni (H) í kjarna
- 1) Núllaldursmeginröð
  - strikið neðst á meginröð
  - stjórnur þar við upphaf venisbruna
- 2) Lokaaldursmeginröð
  - strikið efst á meginröð
  - vetni á þrotum í kjarna

=> nú tekur við skeljabrúni utan kjarna



Sést betur á næstu síðu!

# Sólin á efri árum – eftir Meginröð

- Neðri risagreinin
  - fyrir He-bruna í kjarna
  - vetni brennur í skel utan kjarnans
- Lárétta greinin
  - stjörnur brenna Helíum í kjarna
  - um 1 milljarð ára á láréttu greininni
- Efri risagreinin
  - eftir He-bruna í kjarna
  - sólin gleypir innri reikistjörnur
  - skeljabruni He og H

