

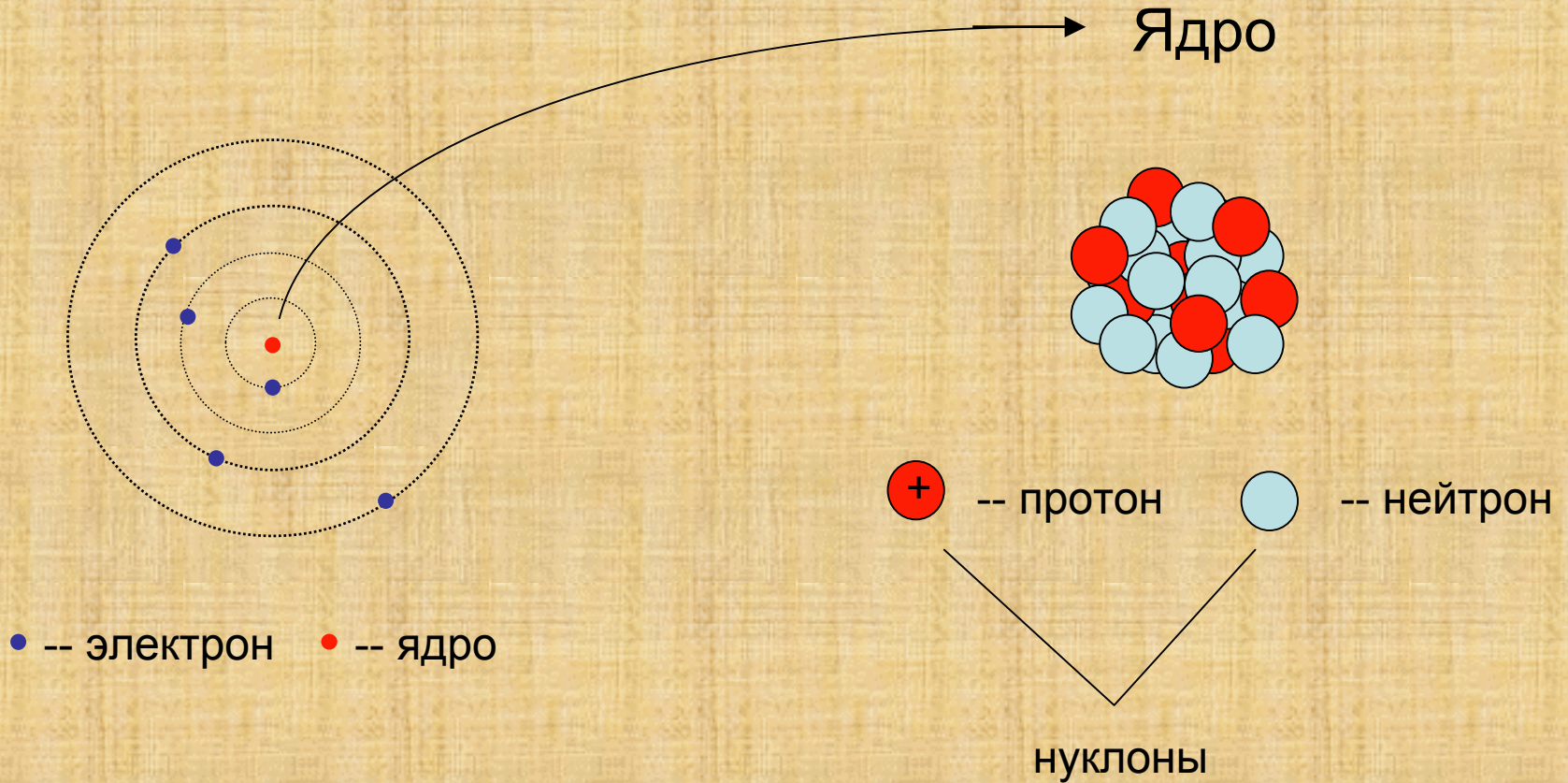
# ЗВЕЗДЫ И АТОМЫ

*Ламзин С.А., ГАИШ МГУ*



- Как получают информацию о звездах
- Как звезды рождаются, живут и умирают
- Какое отношение имеют к нам звезды

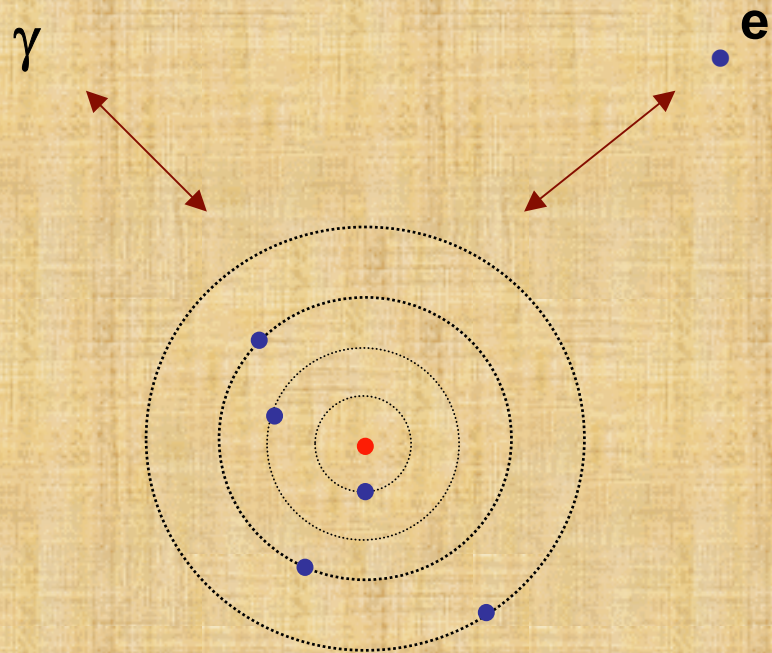
# Строение атома



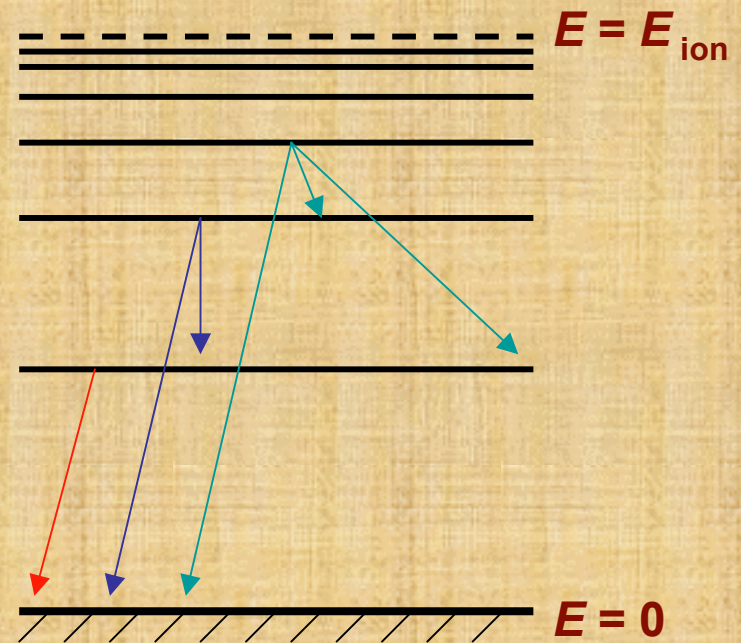
При  $r < 10^{-15}$  м.  $F_{\text{нuc}} \gg F_e$



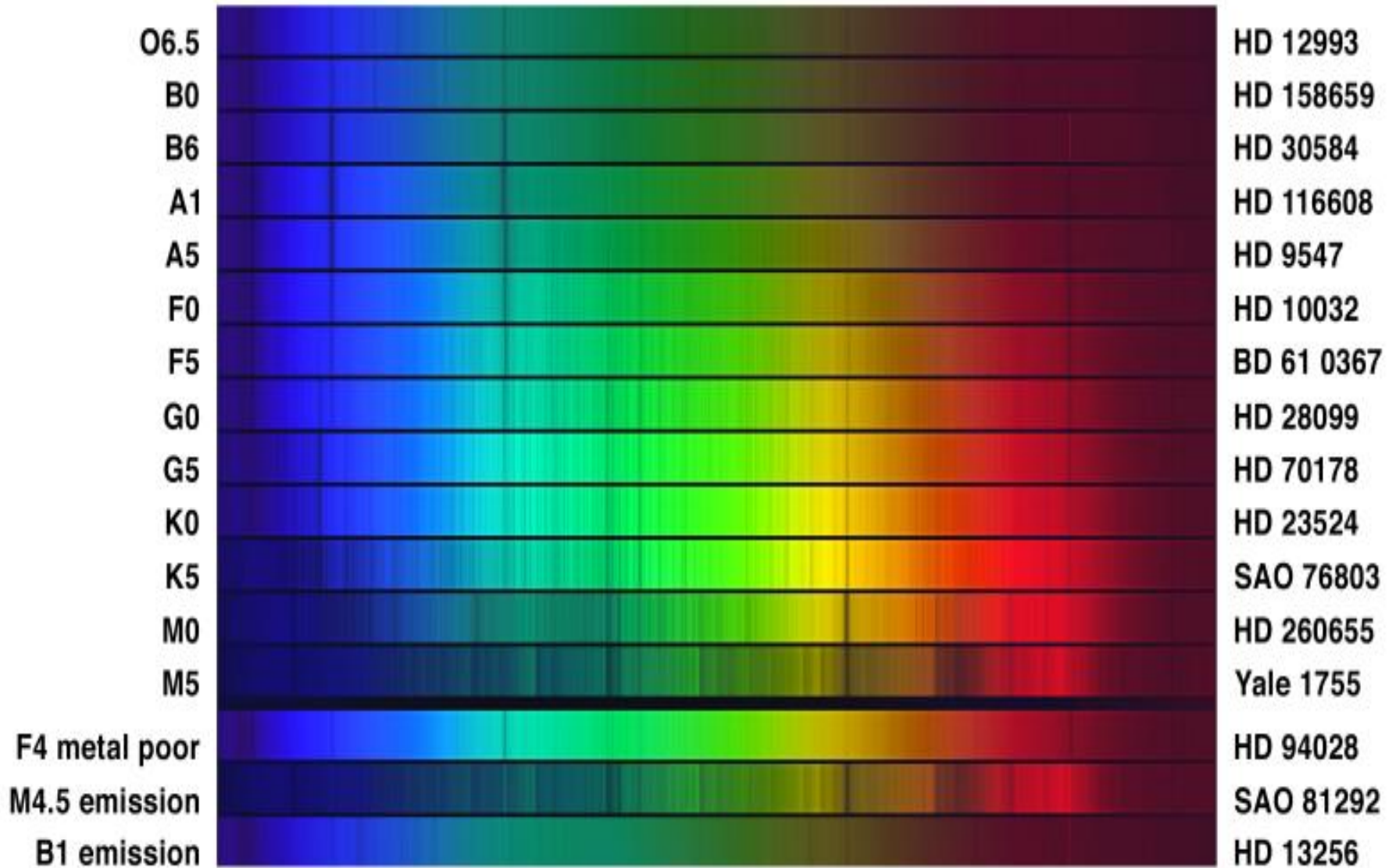
# Спектры атомов и молекул

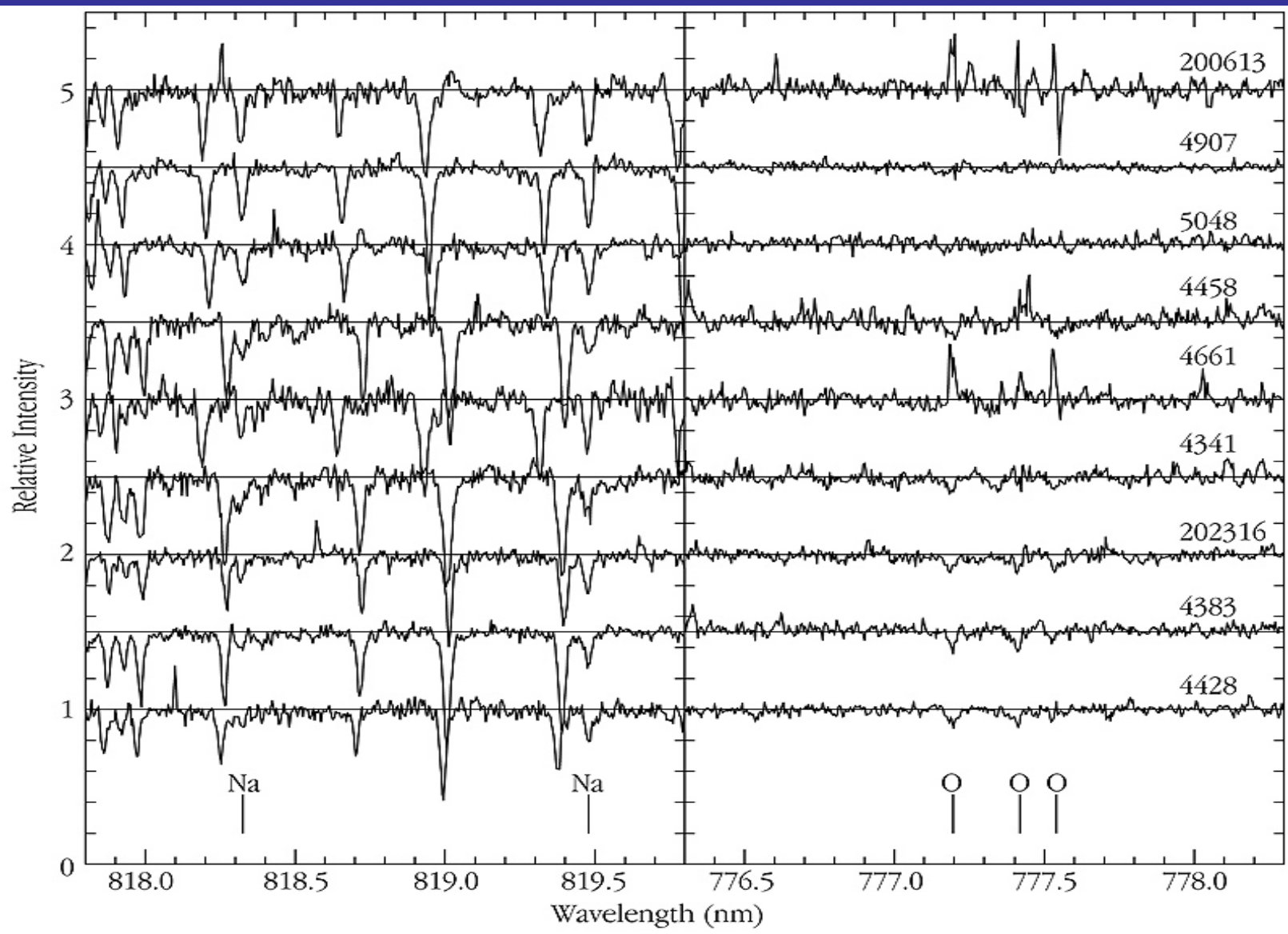


• -- электрон    • -- ядро



# Спектры звезд с разной эффективной температурой





Sodium and Oxygen in Dwarf Stars in NGC 6752  
(VLT KUEYEN + UVES)



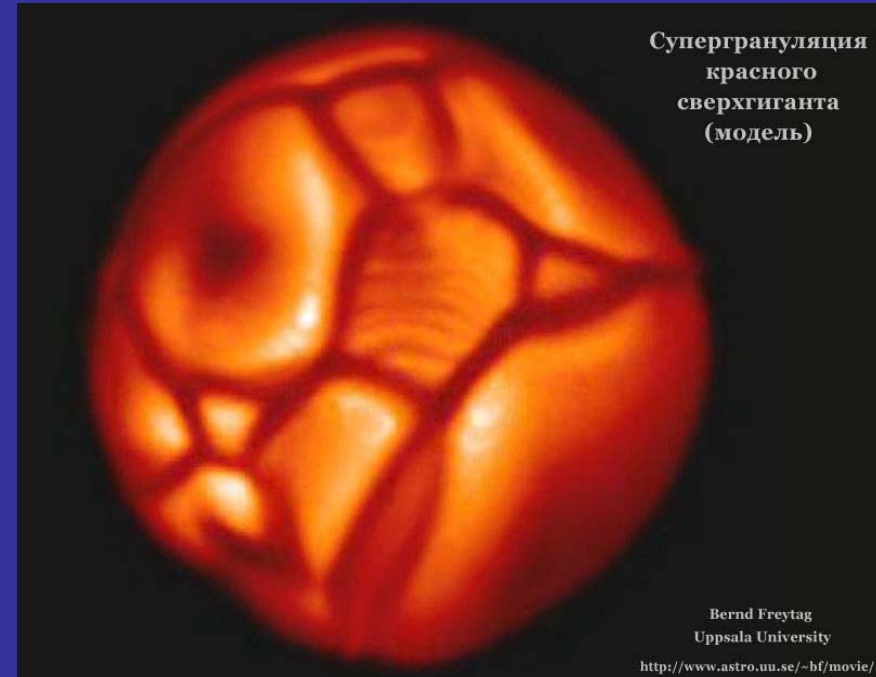
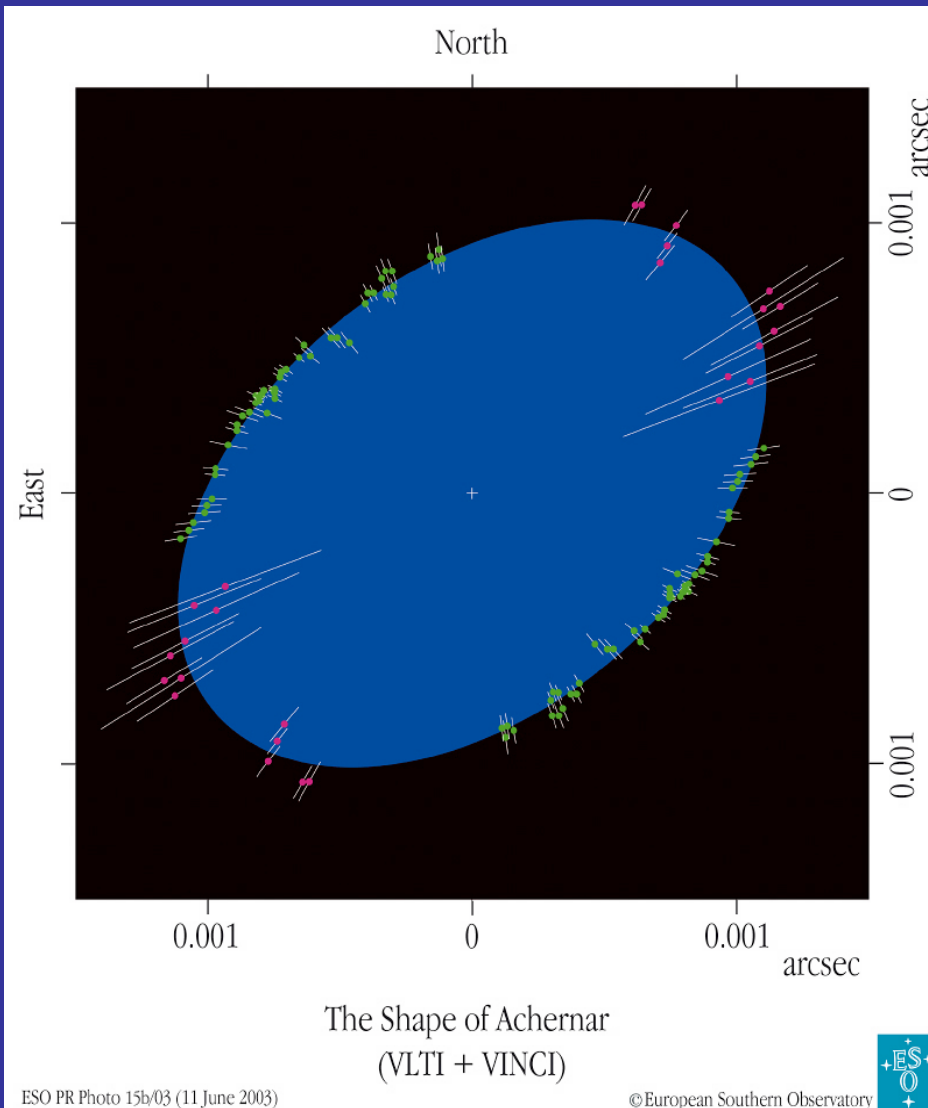


# Что известно о звездах и как это узнали ?

Информация о звездах получена путем сравнения наблюдений с результатами расчета их внутреннего строения

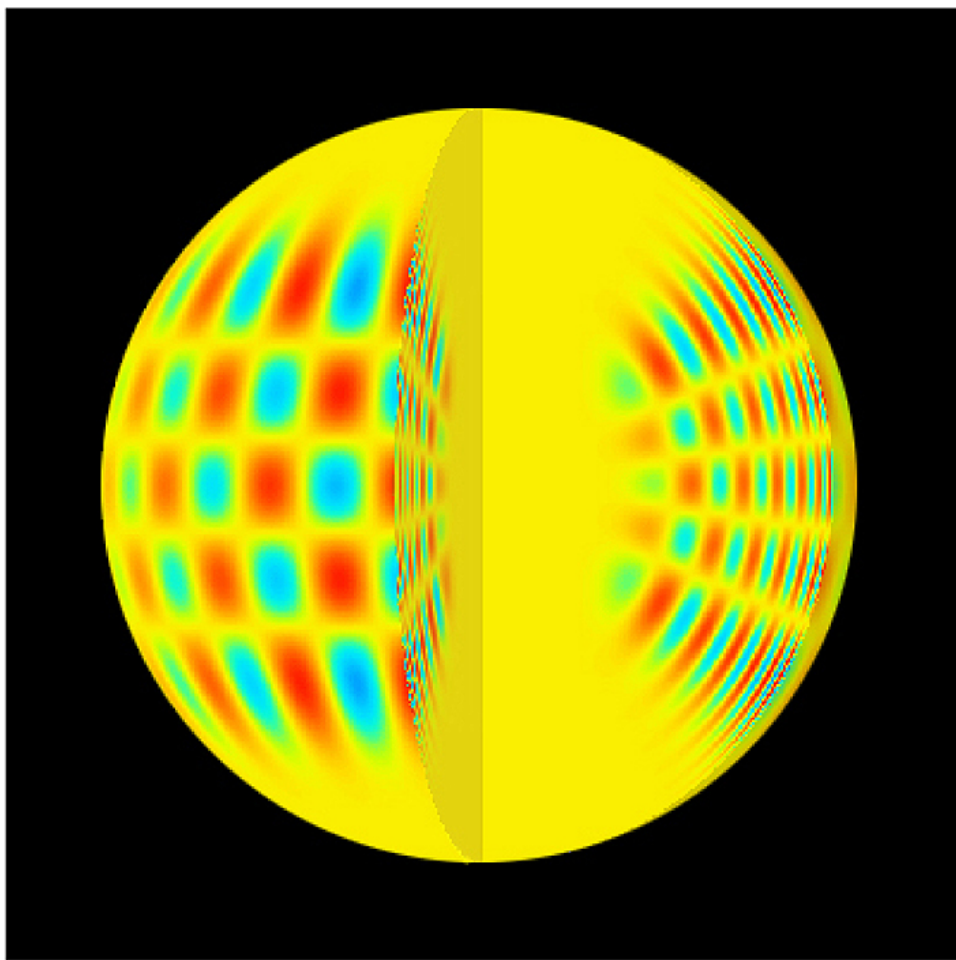
- Спектры звезд:
  - температура и химический состав внешних слоев
  - скорость и характер движения вещества и звезды в целом
  - величина магнитного поля
  - (+ расстояние) мощность излучения (светимость)
- Расчеты моделей звезд:
  - внутреннее строение и эволюция звезд разной массы

# Интерферометрия





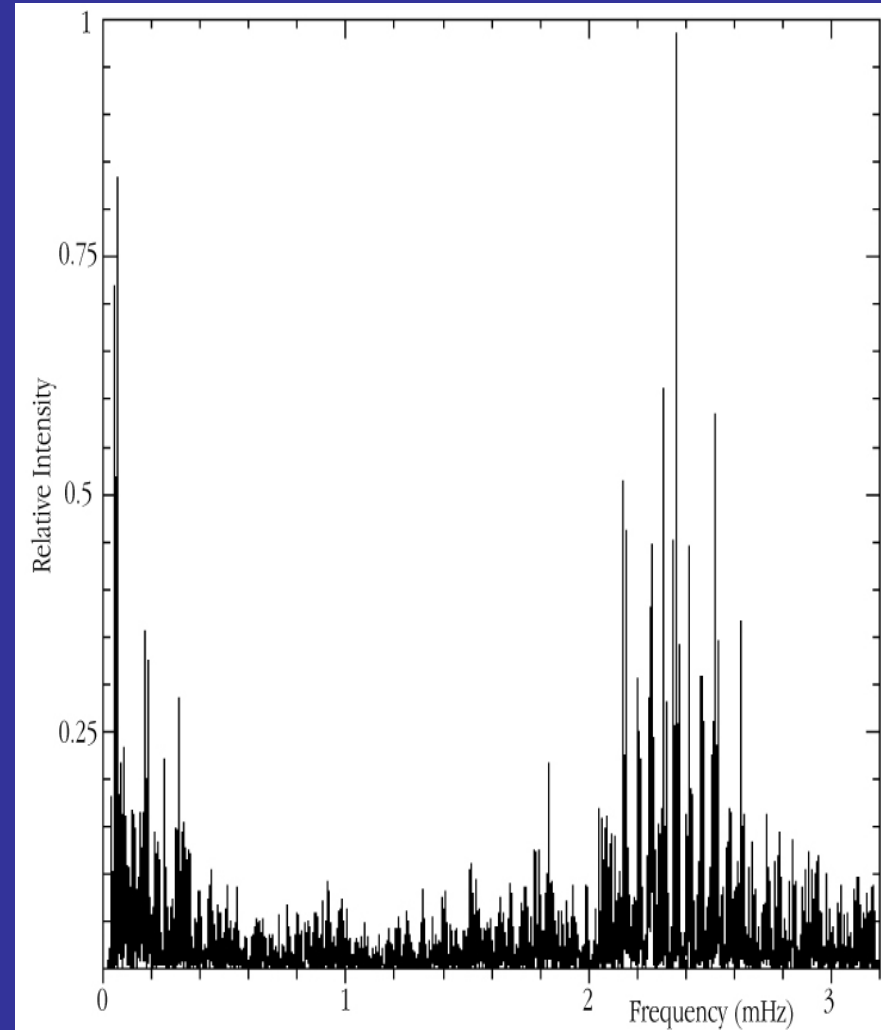
# Астросейсмология



Acoustic Waves in a Solar-like Star

ESO PR Photo 23a/01 (28 June 2001)

© European Southern Observatory



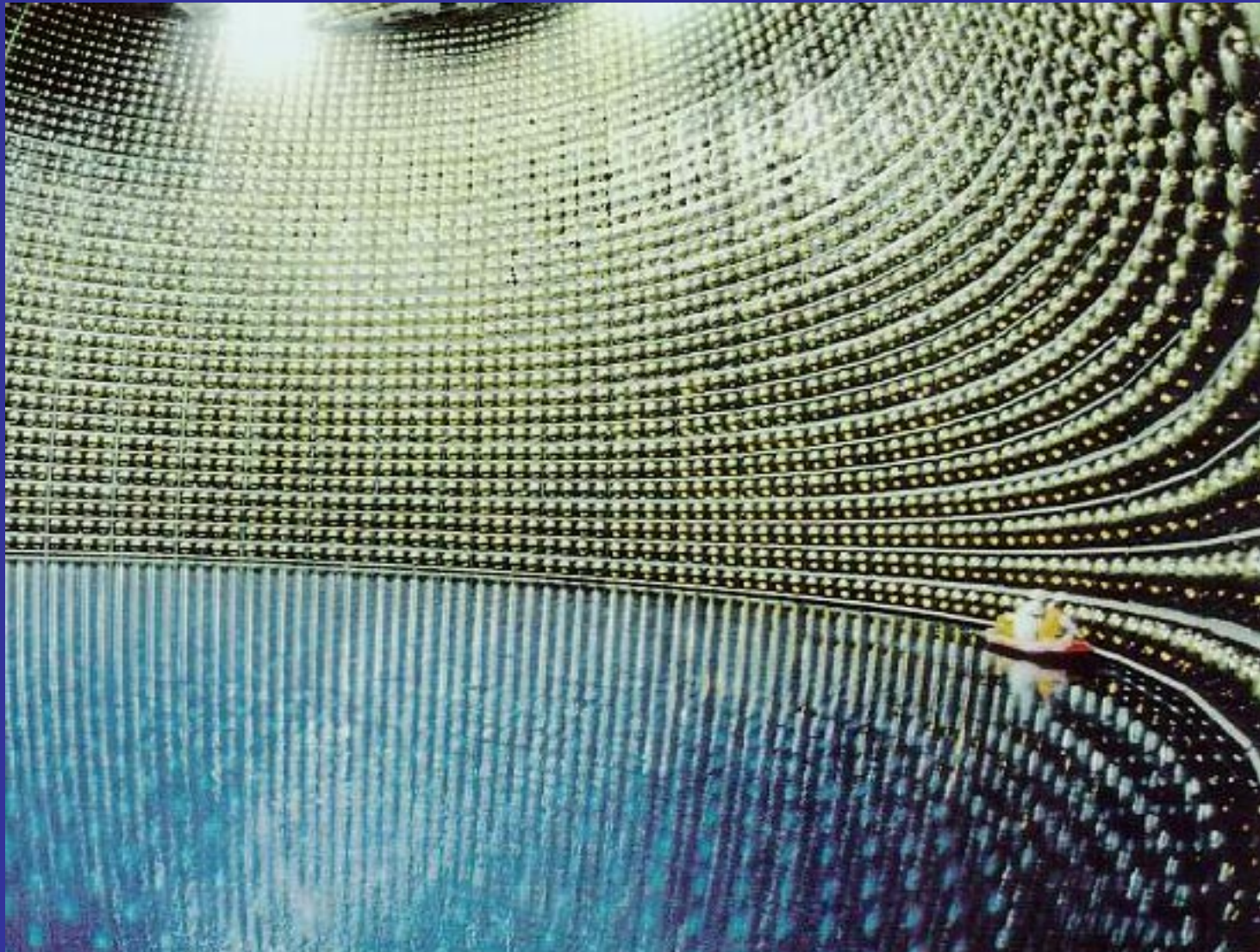
Acoustic Spectrum of Alpha Centauri A

ESO PR Photo 23b/01 (28 June 2001)

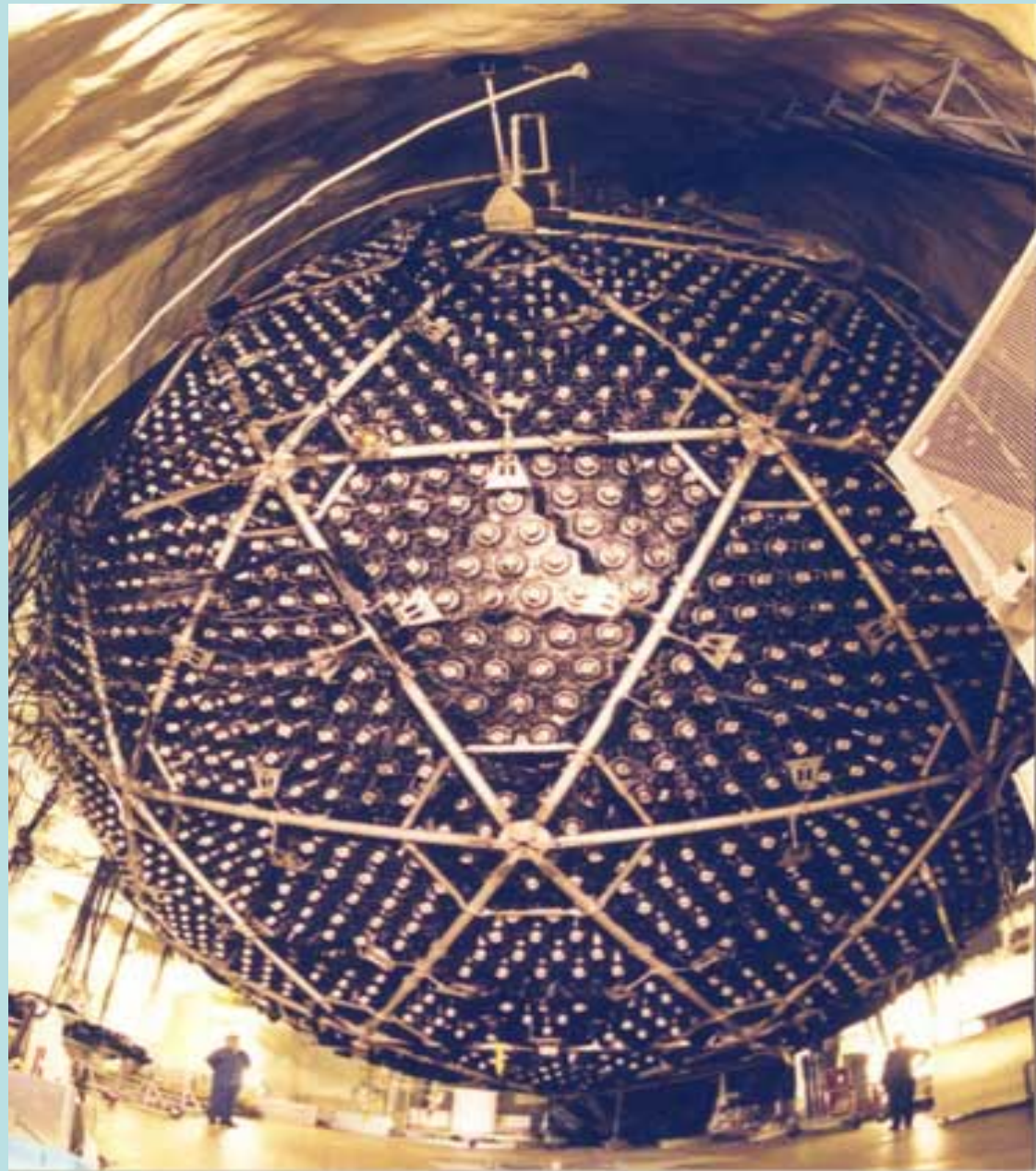
© European Southern Observatory



# Нейтринная астрономия



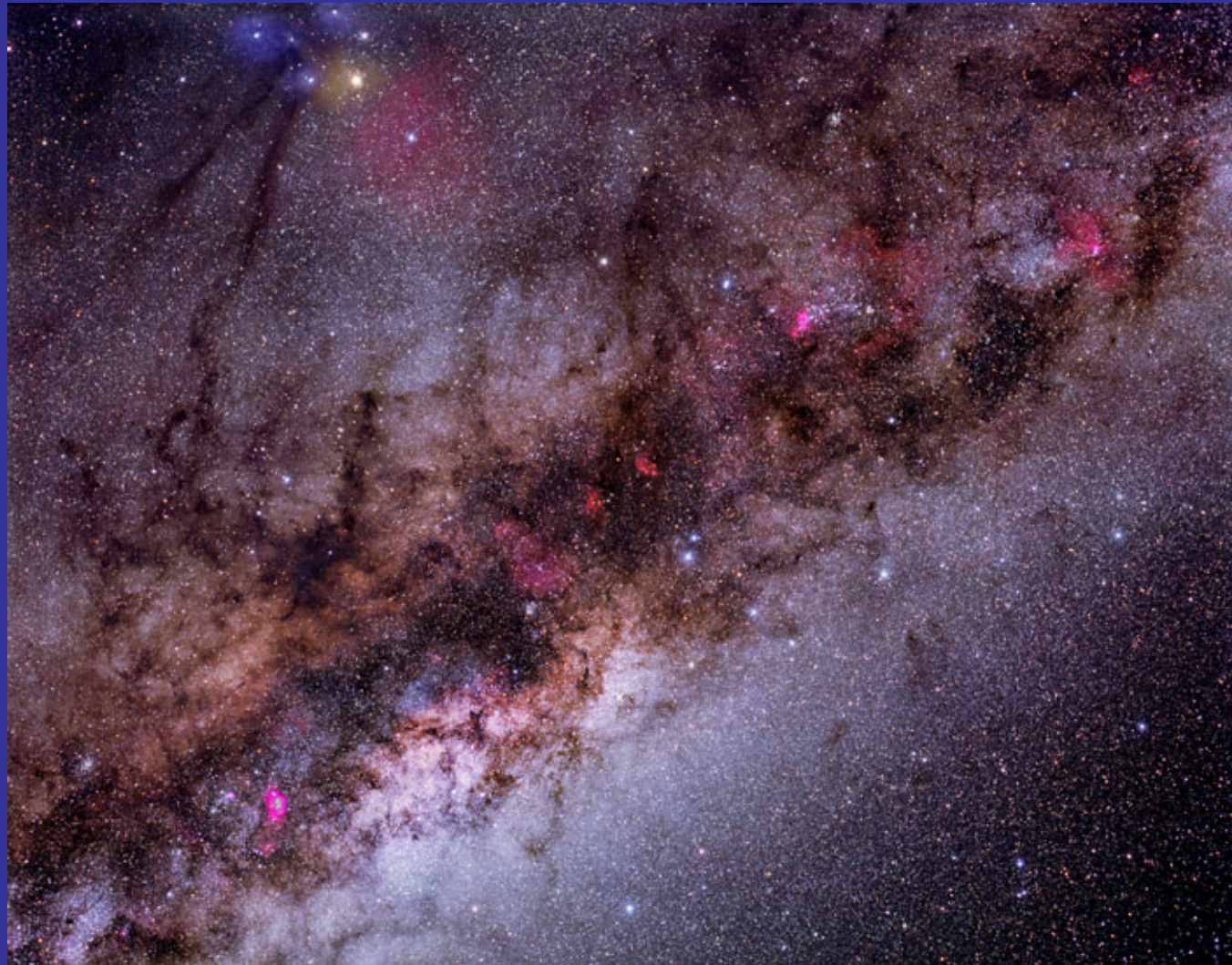










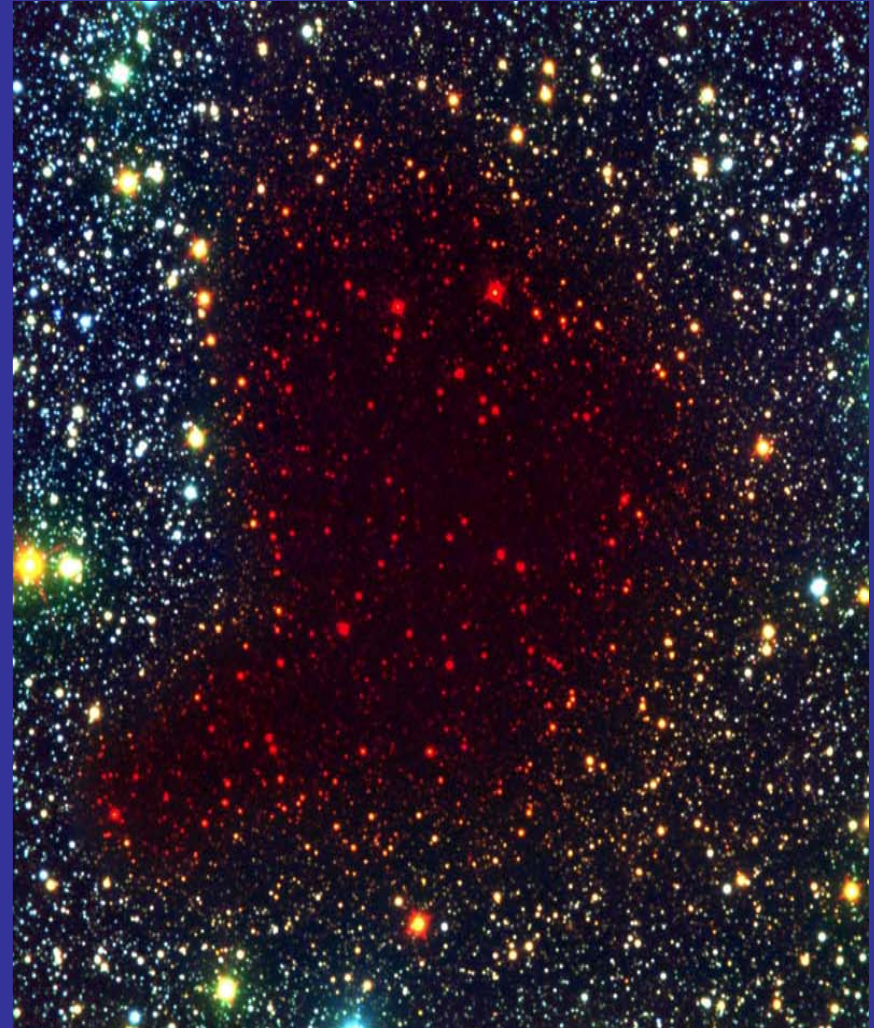




# Глобула В68

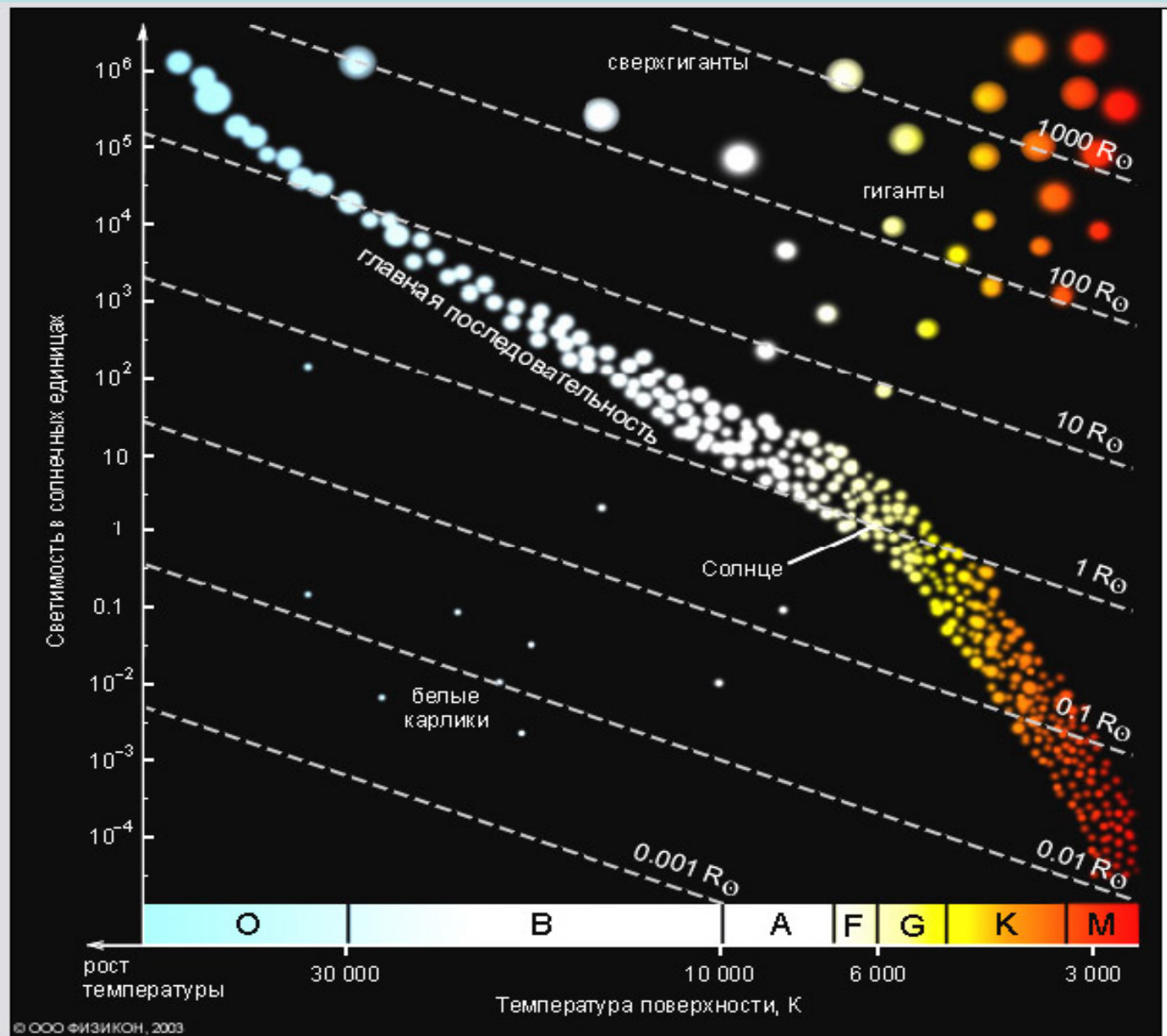


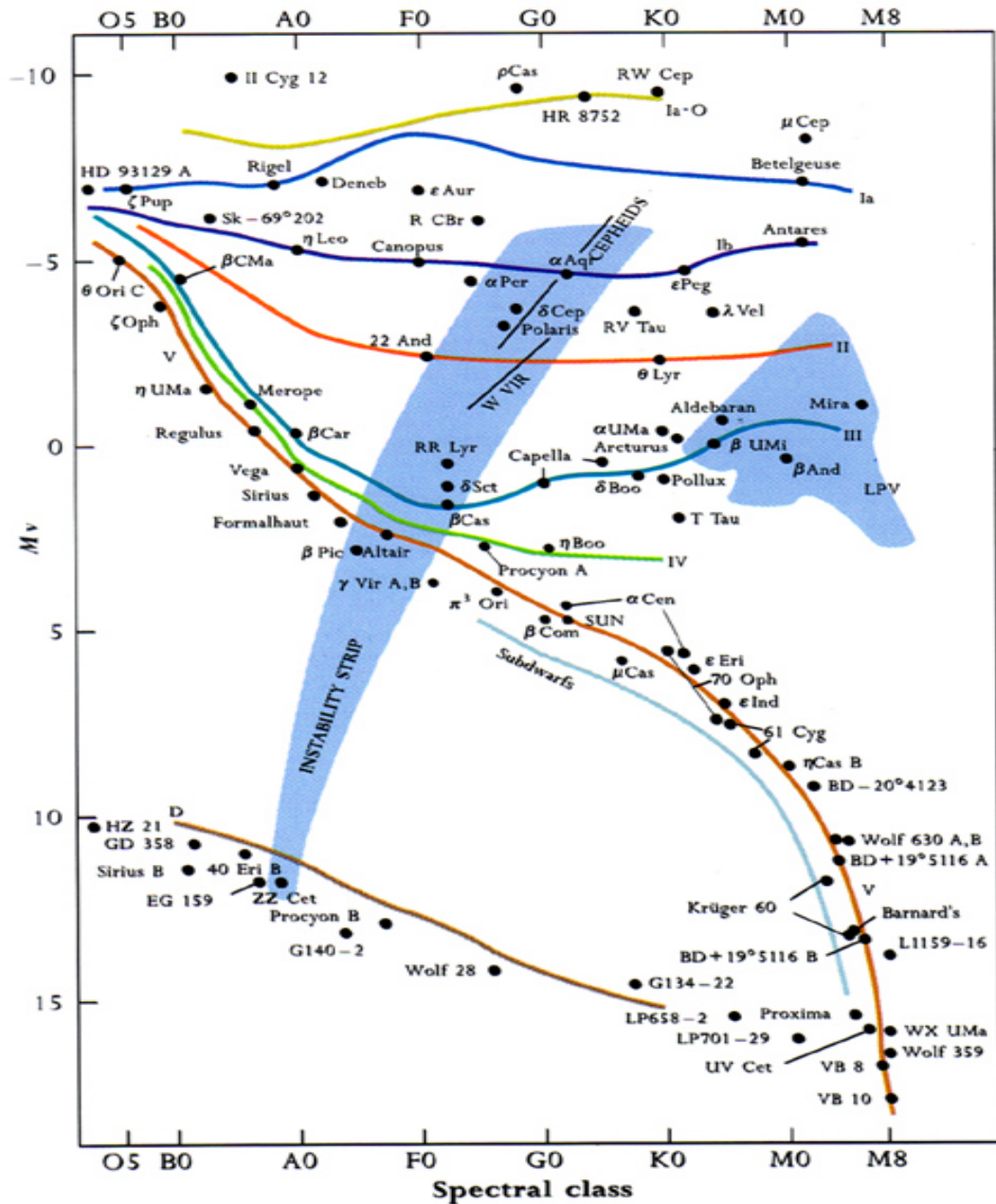
B, V, I



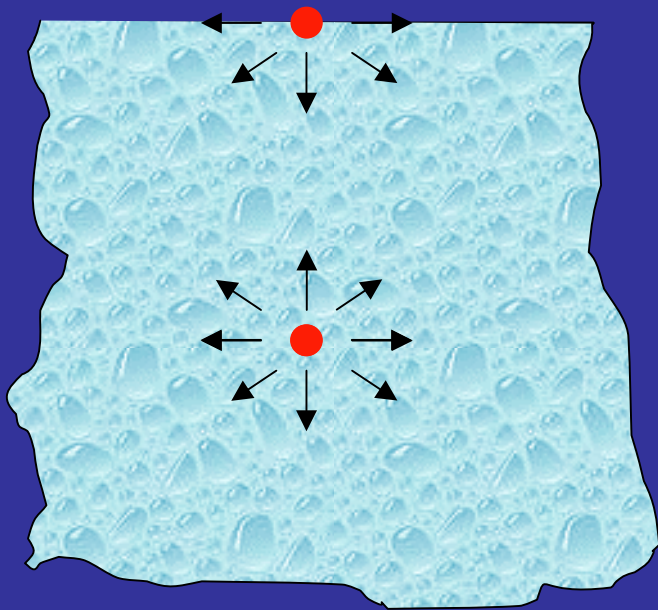
B, V, K







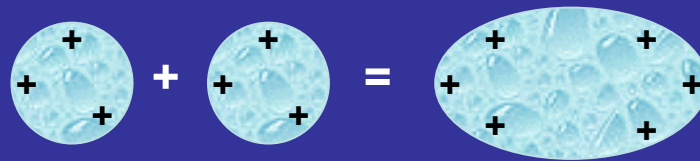
# Капельная модель ядра



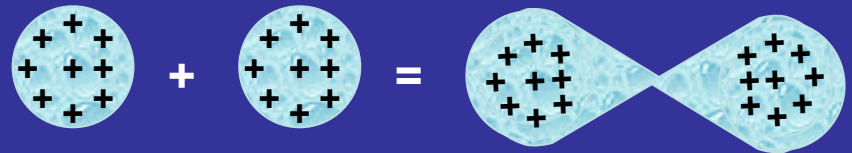
a)  $q = 0$



b)  $q < q_{cr}$



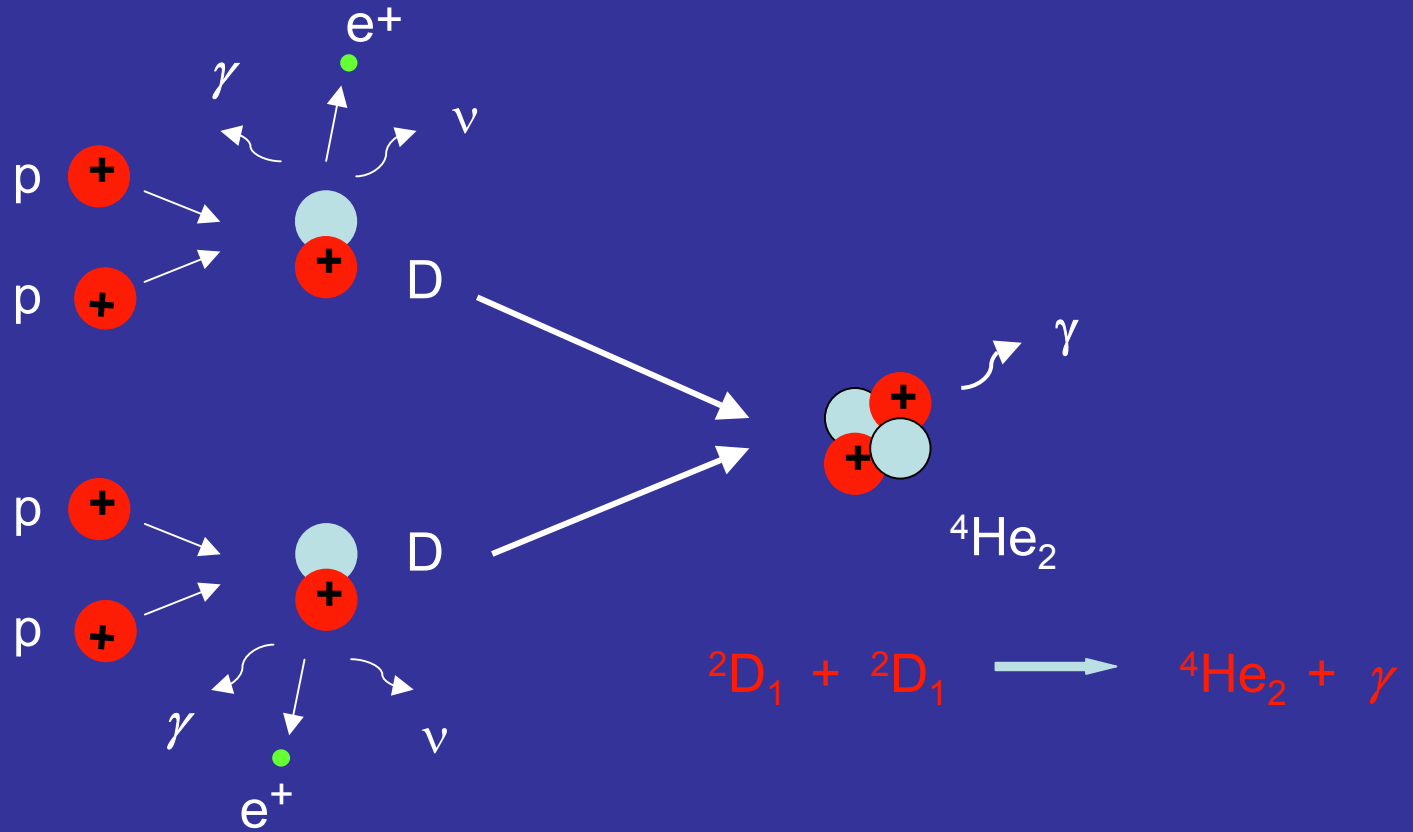
c)  $q \approx q_{cr}$



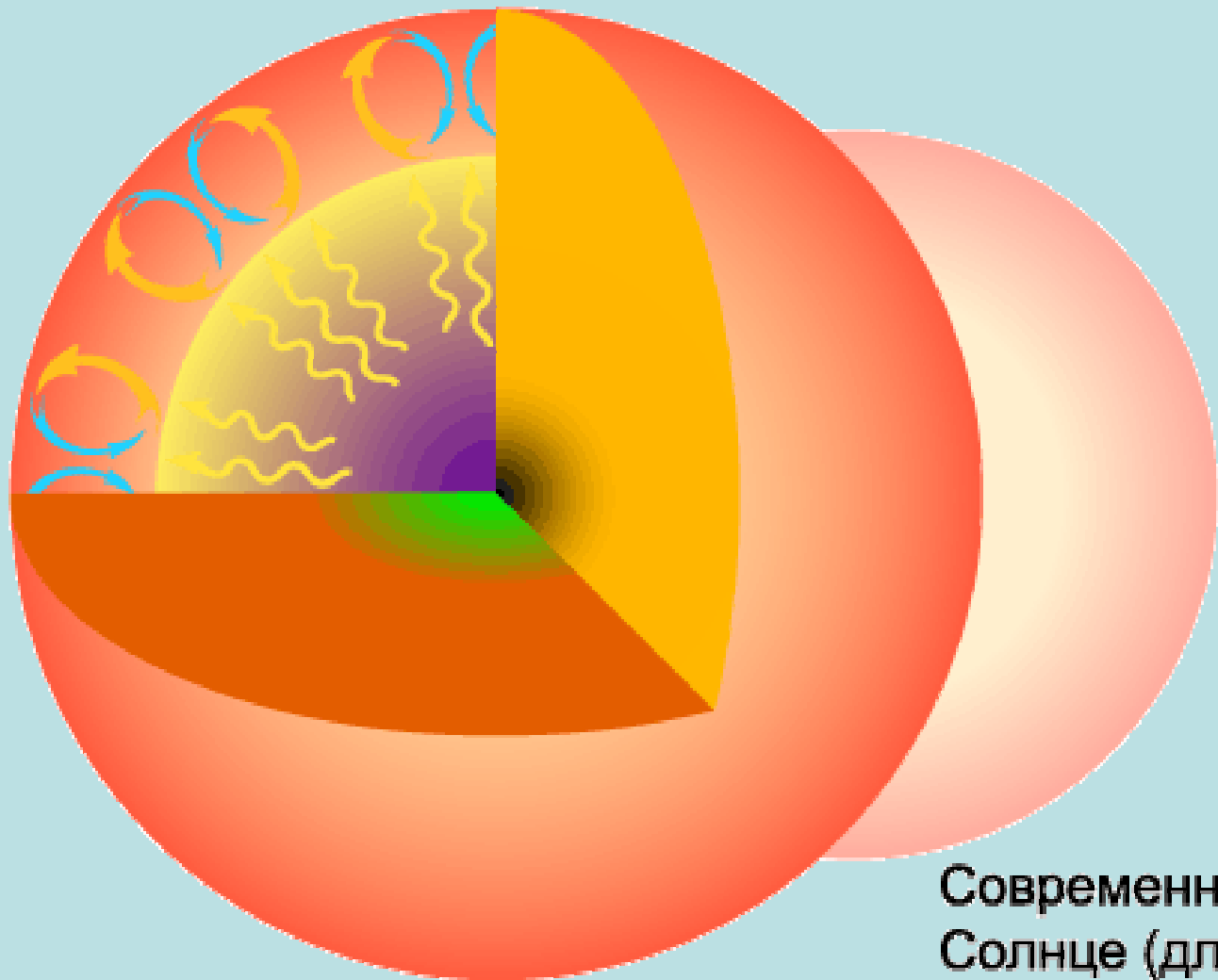
Слияние ядер вплоть до ядра  $^{56}\text{Fe}_{26}$  происходит с выделением энергии, т.е. железо – ядерная зола !



# Термоядерное горение водорода



# Солнце в конце главной последовательности

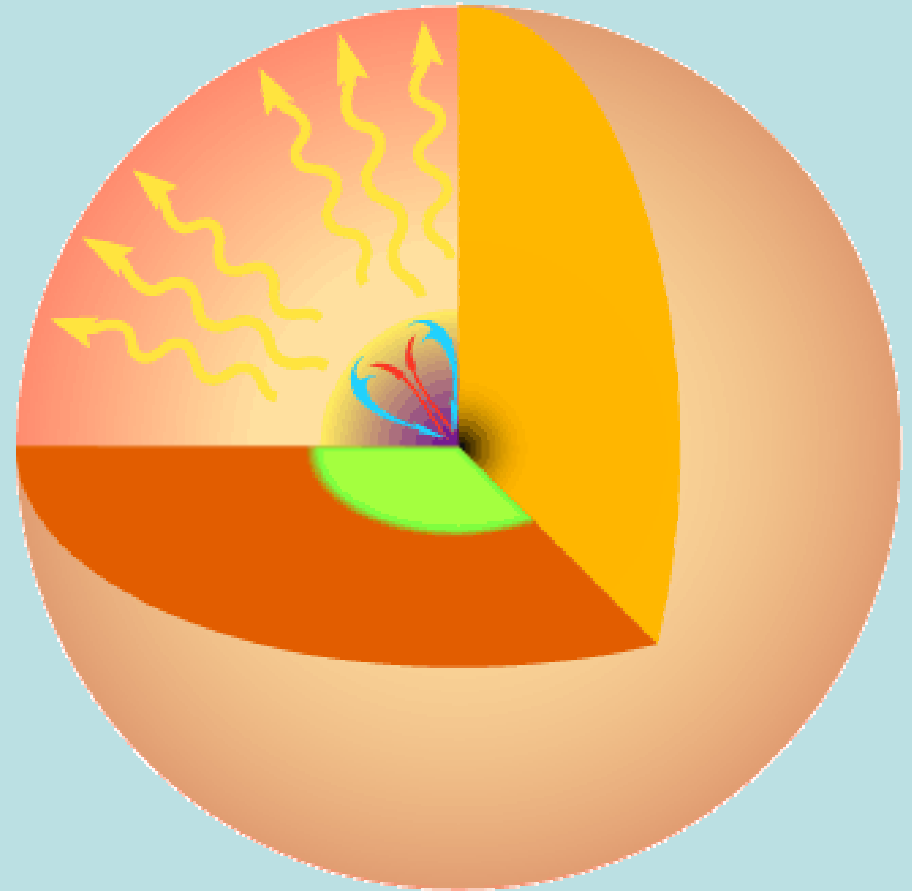


Современное  
Солнце (для  
сравнения)

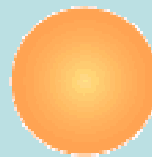
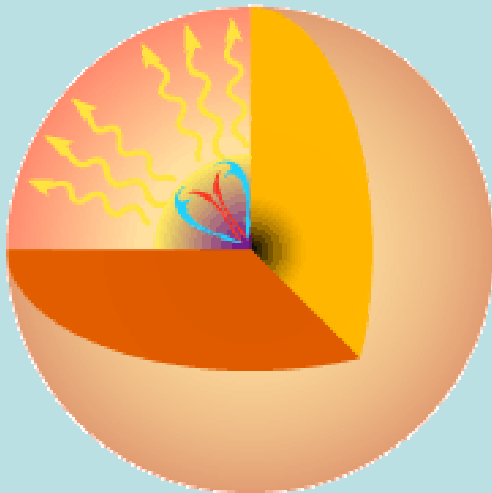


В конце ГП (50 млн. лет)

Массивная звезда (5-10  $M_{\text{sun}}$ )  
на главной последовательности

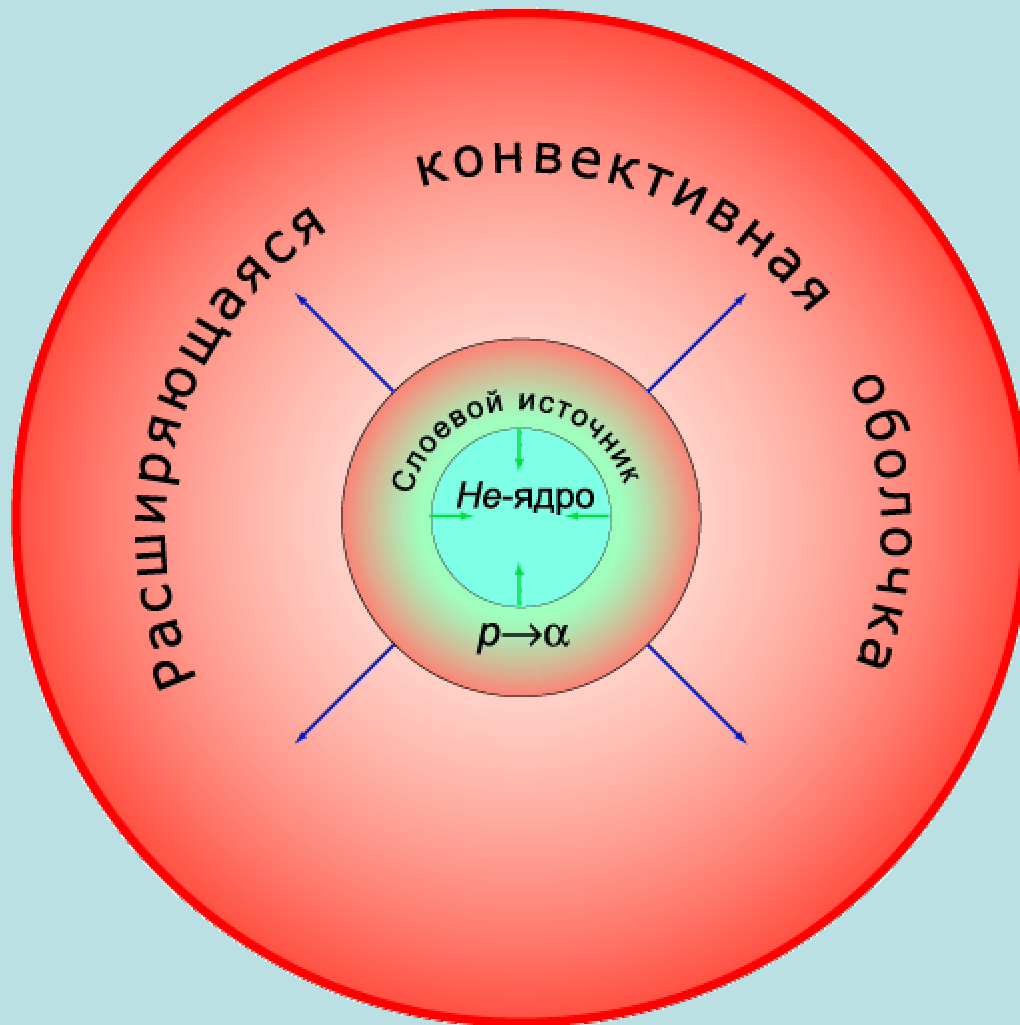


В начале ГП

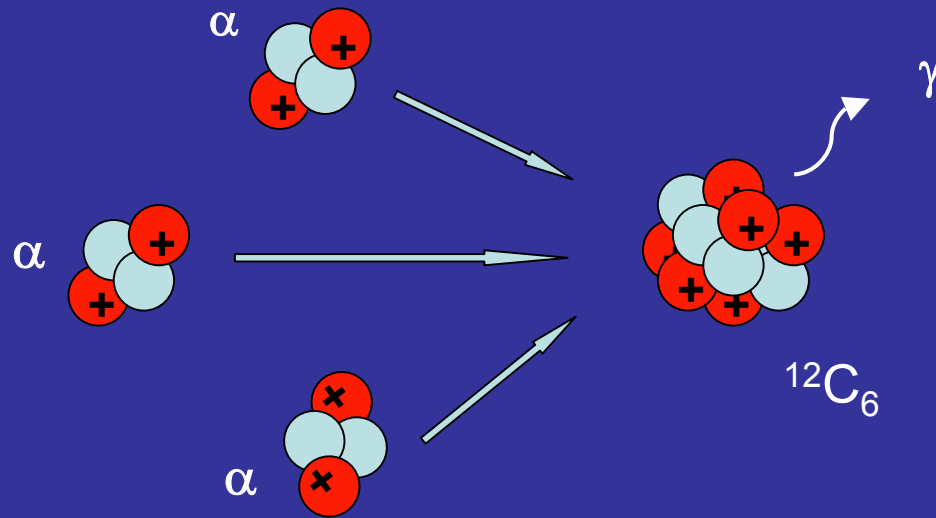


Солнце  
(для сравнения радиуса)

# Строение красного гиганта



# Горение гелия

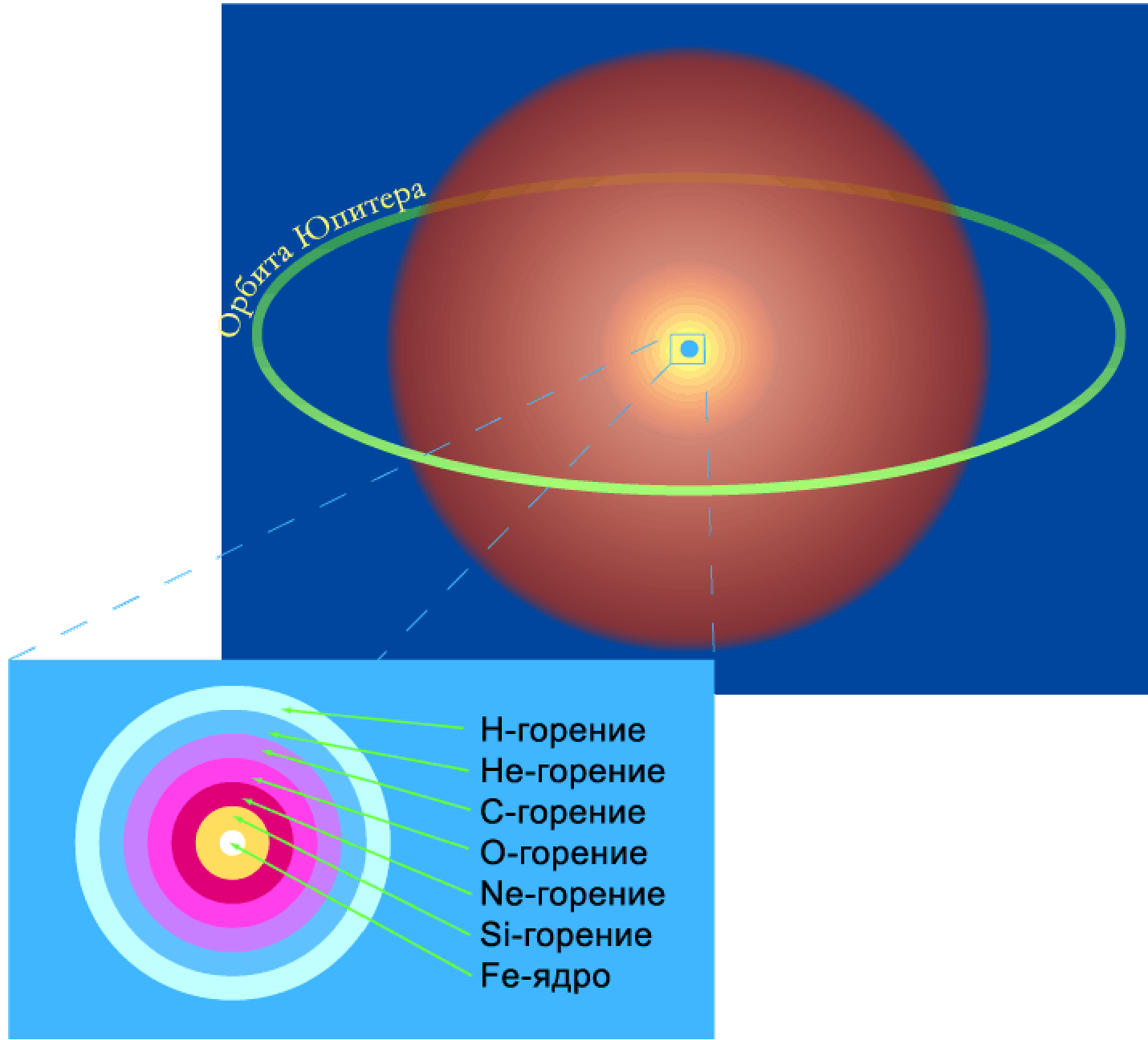


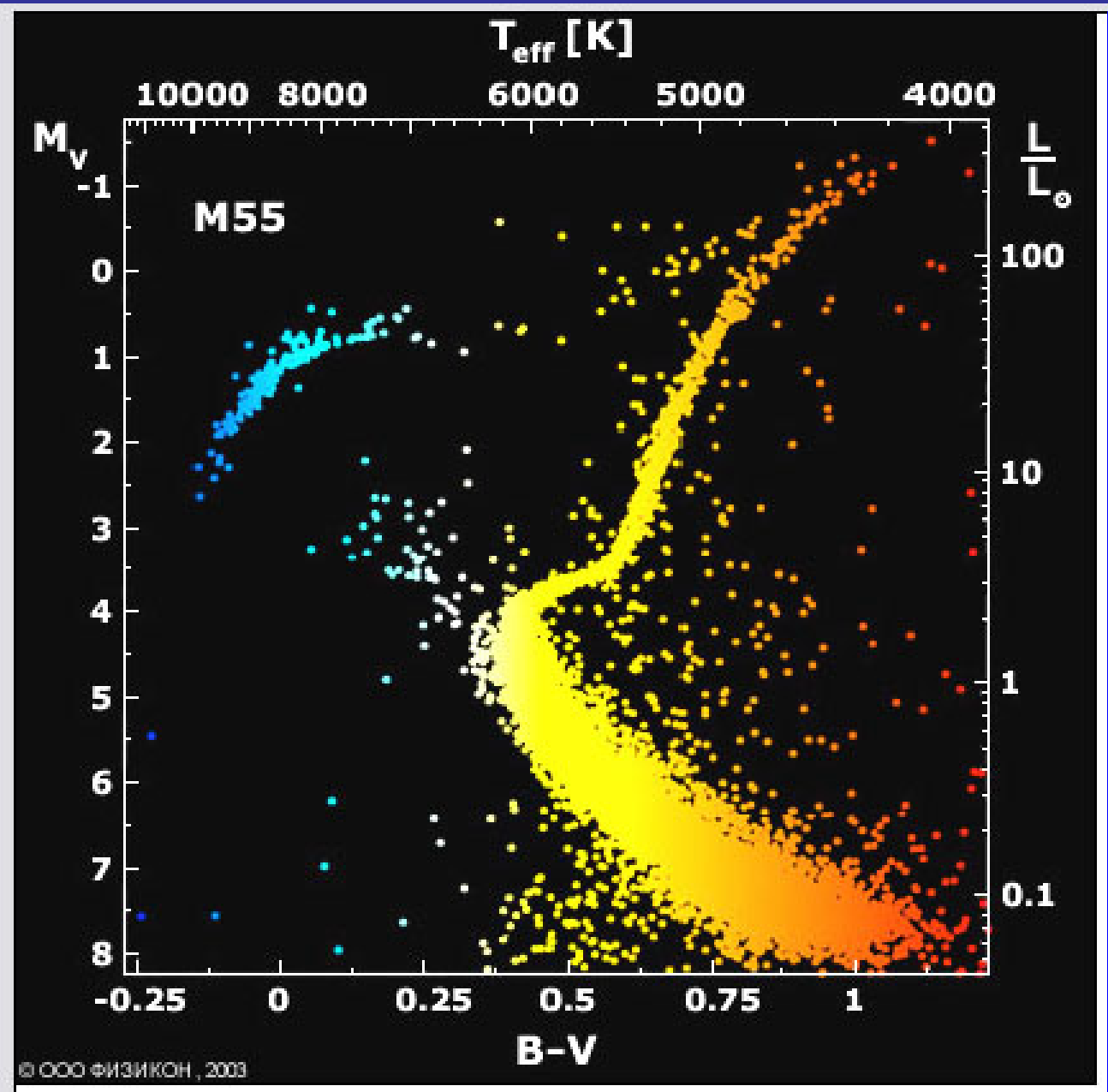


## Стадии генерации ядерной энергии

Процесс	Топливо	Продукты реакции	Примерная температура
Горение водорода	Водород	Гелий	$(1-3) \times 10^7$
Горение гелия	Гелий	Углерод, кислород	$2 \times 10^8$
Горение углерода	Углерод	Кислород, неон, натрий, магний	$8 \times 10^8$
Горение неона	Неон	Кислород, магний	$1,5 \times 10^9$
Горение кислорода	Кислород	От магния до серы	$2 \times 10^9$
Горение кремния	От магния до серы	Элементы, близкие к железу	$3 \times 10^9$

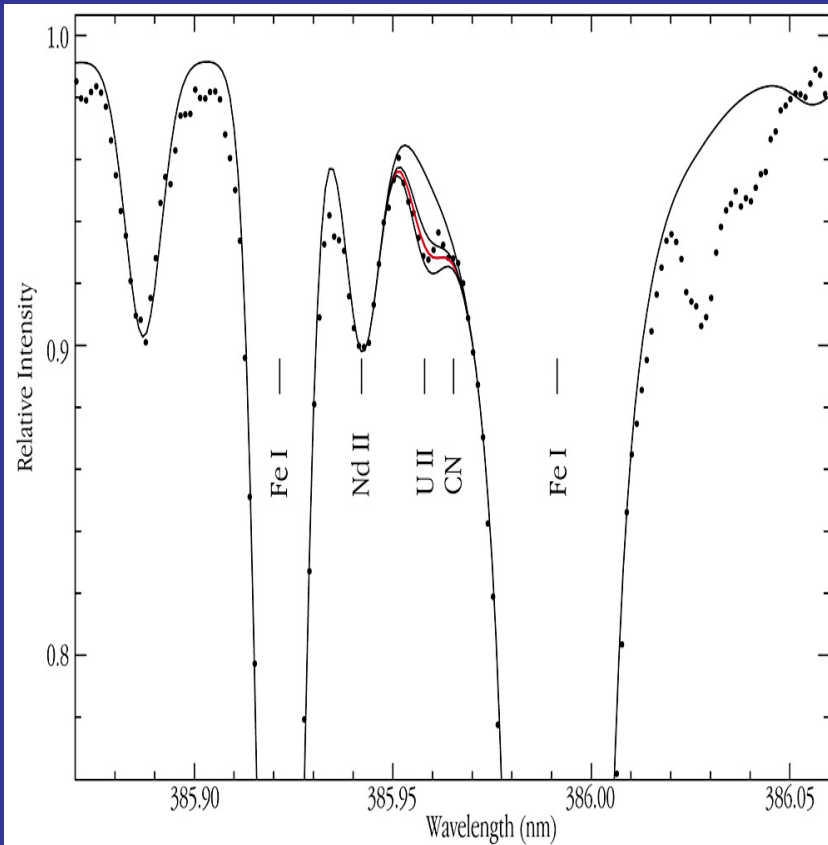
# Строение сверхгиганта







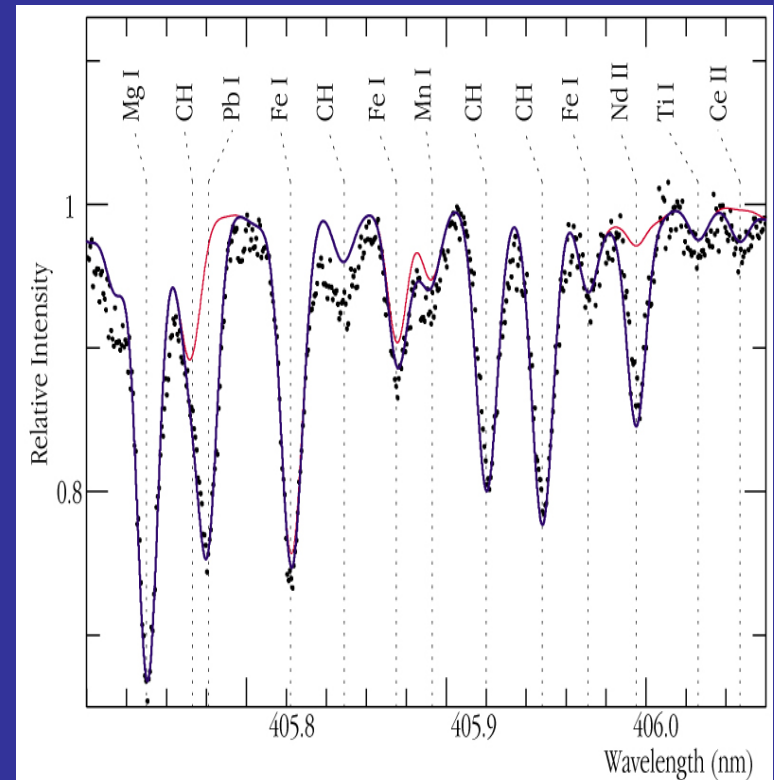
# Аномалии химического состава в звездах



Uranium Line in the Spectrum of the Old Star CS 31082-001  
(VLT KUEYEN + UVES)

ESO PR Photo 05b/01 (7 February 2001)

© European Southern Observatory



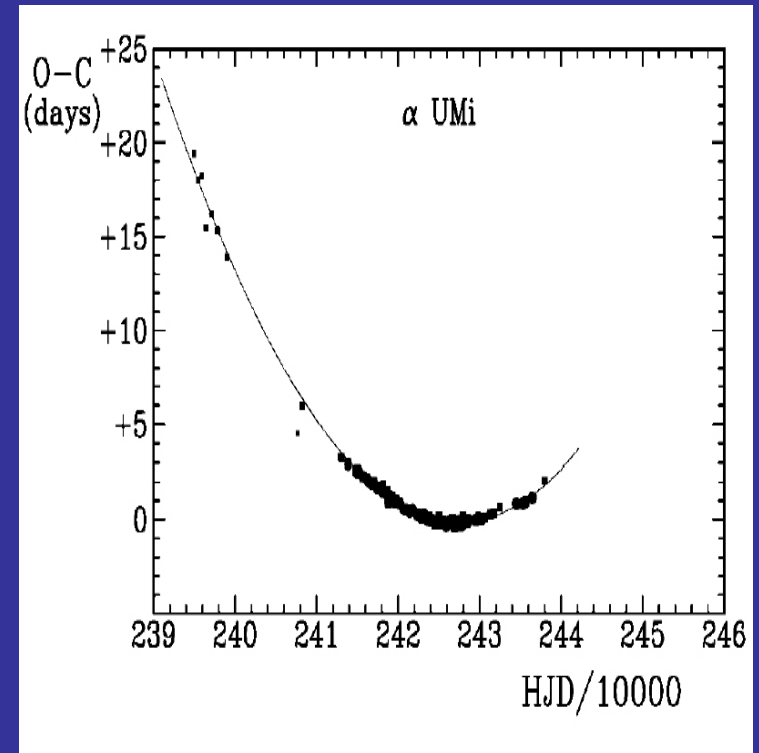
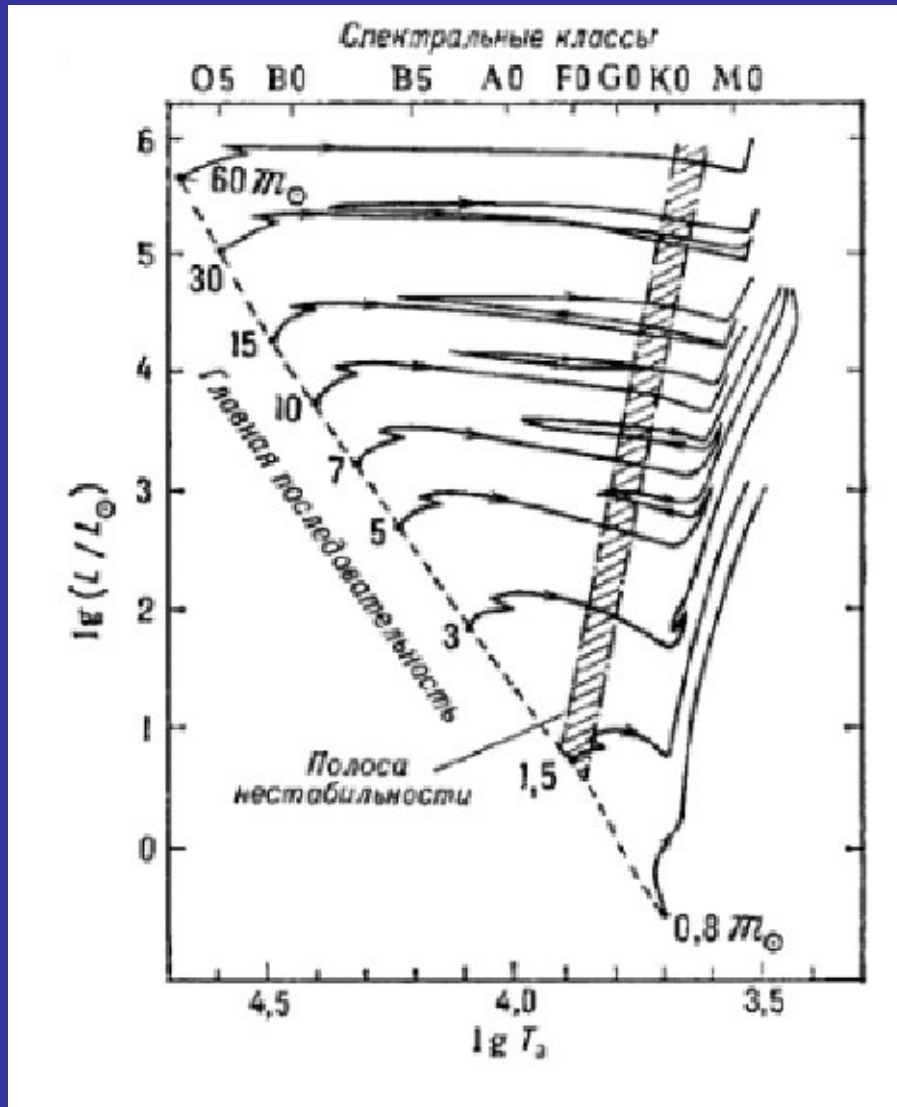
A Lead (Pb) Line in the Spectrum of HD 196944  
(ESO 3.6-m + CES)

ESO PR Photo 26b/01 (22 August 2001)

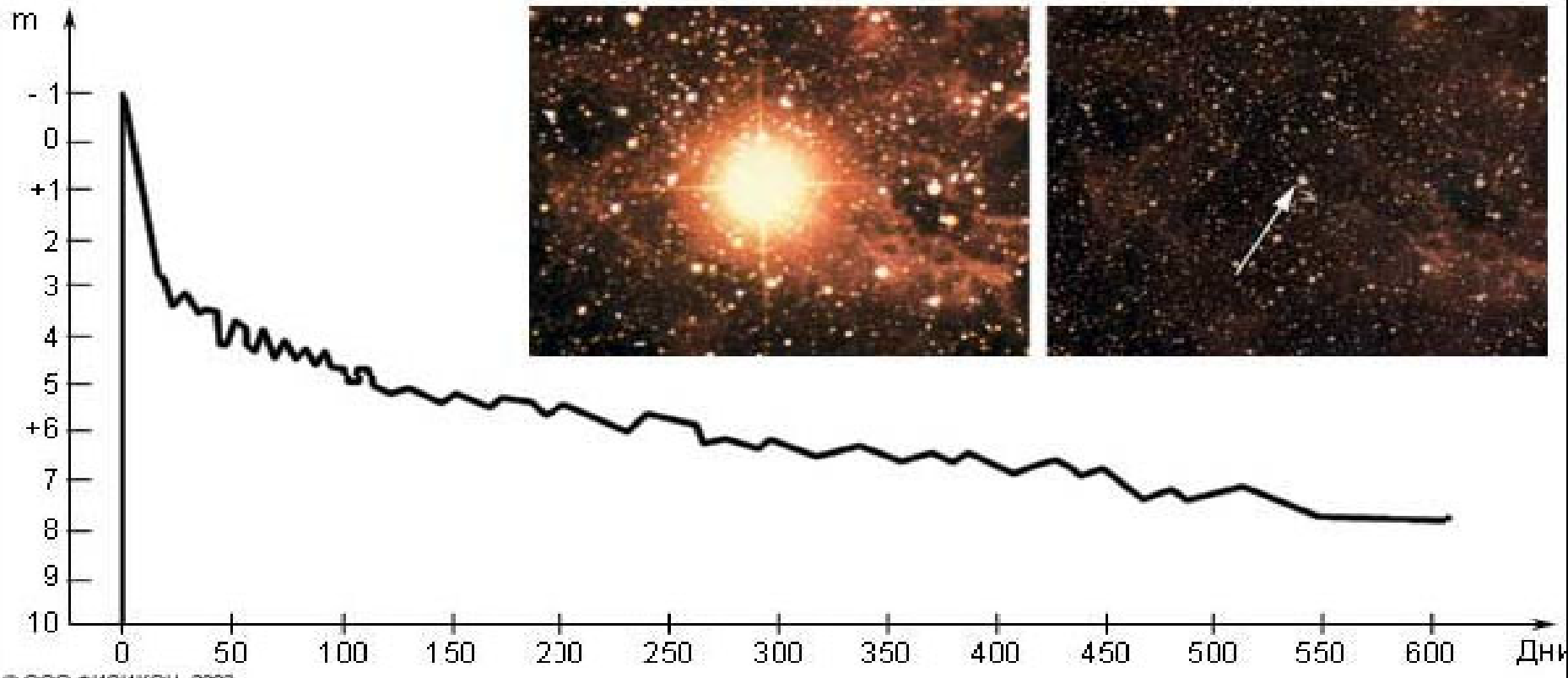
© European Southern Observatory



# ЦЕФЕИДЫ



$P \sim R^{1.5}$

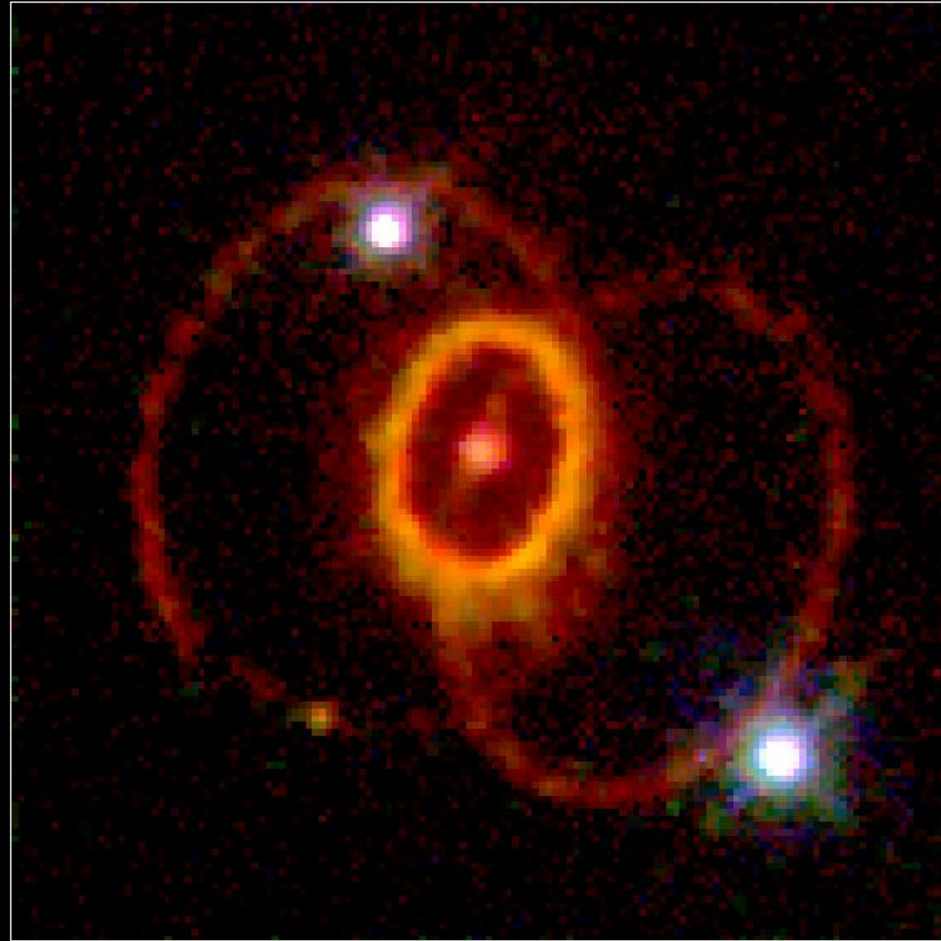


© ООО ФИЗИКОН, 2003





# Supernova 1987A Rings



Hubble Space Telescope  
Wide Field Planetary Camera 2





