

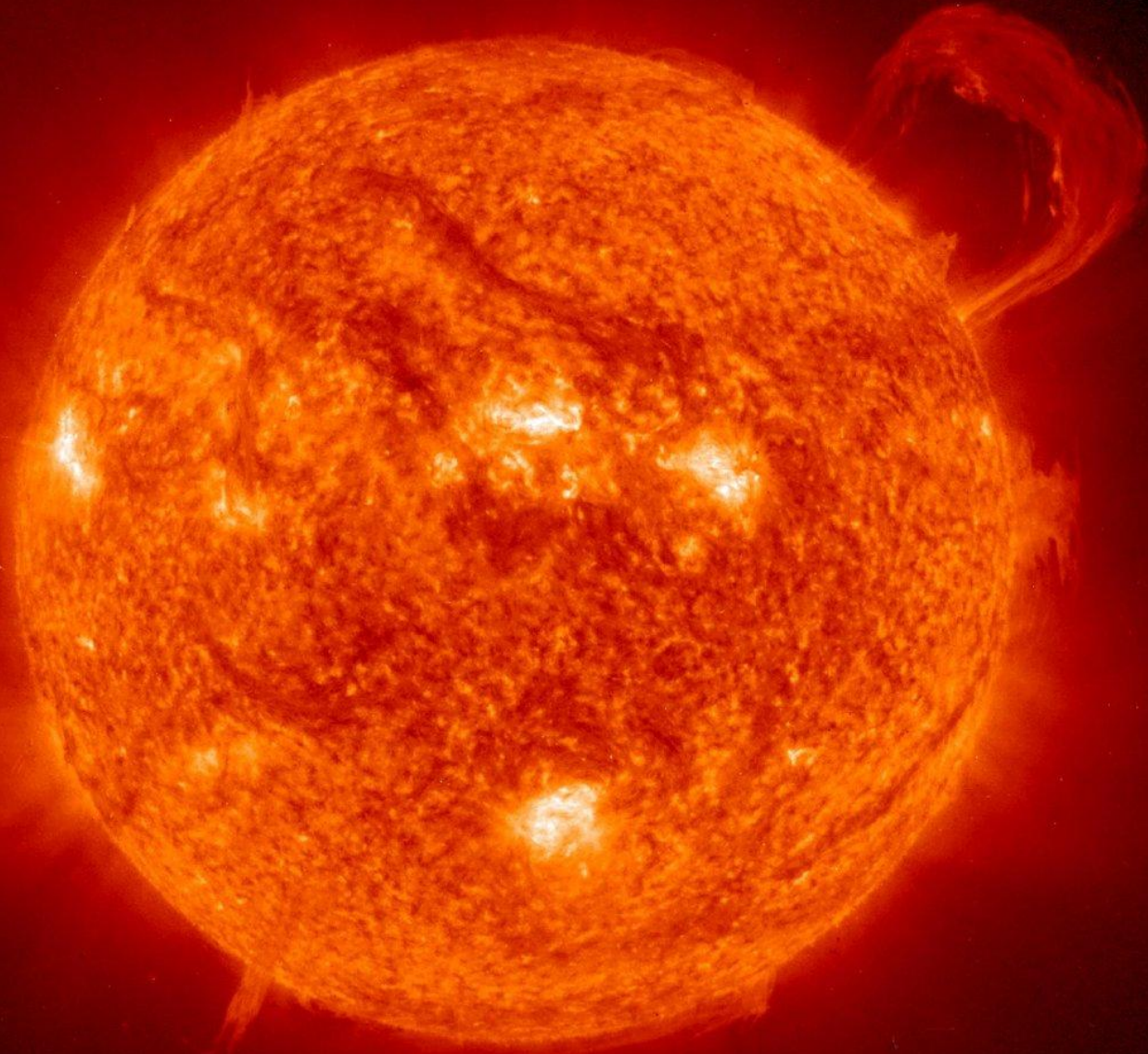
Характеристики небесных тел

Решение задач о
звездах

Немного
теории...

Звезд

Массивный газовый шар,
излучающий энергию и
свет и удерживаемый в
равновесии силами
гравитации и
внутренним давлением
Внутри звезд происходят
(или происходили ранее)
реакции термоядерного
синтеза



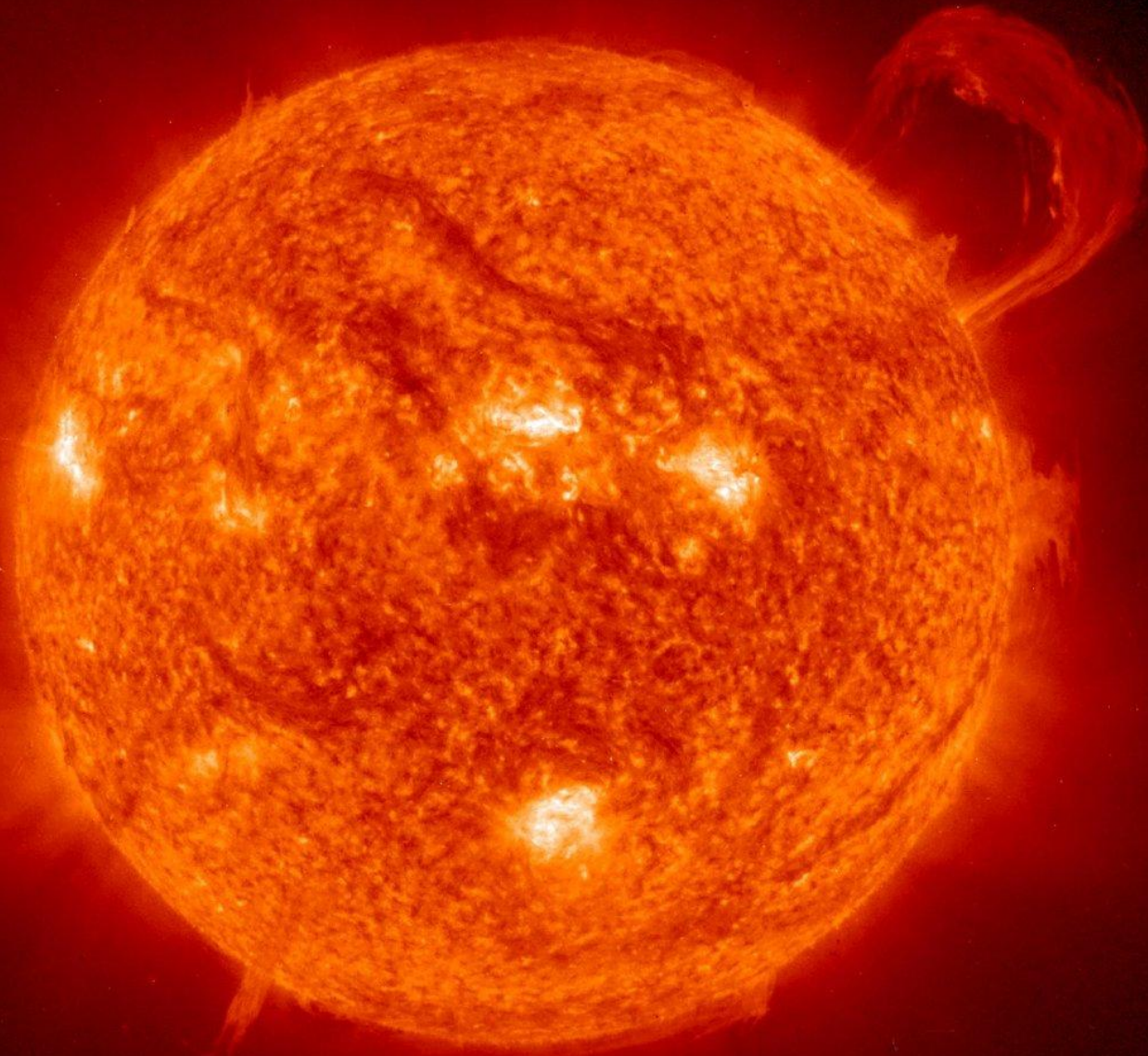
Светимос

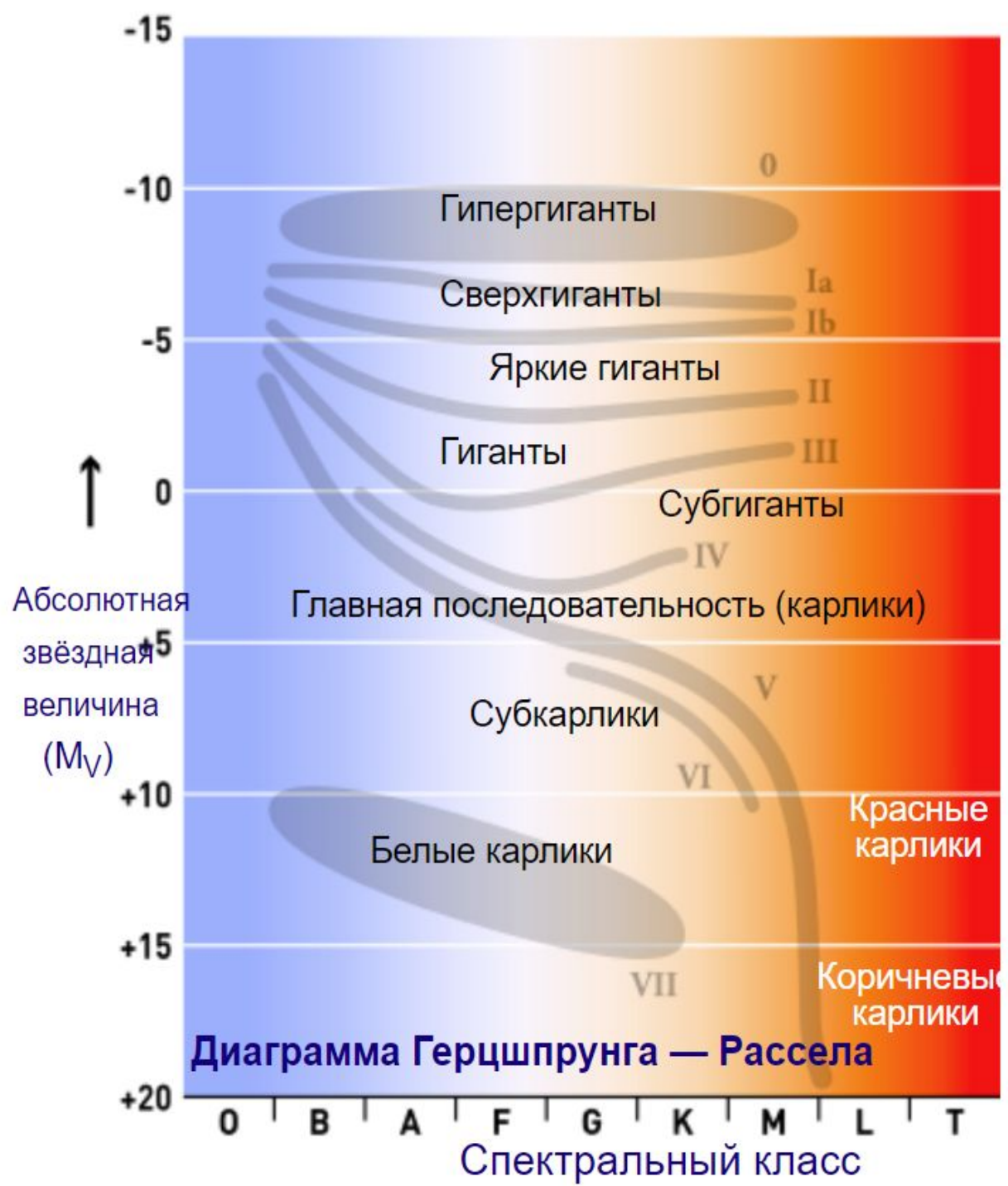
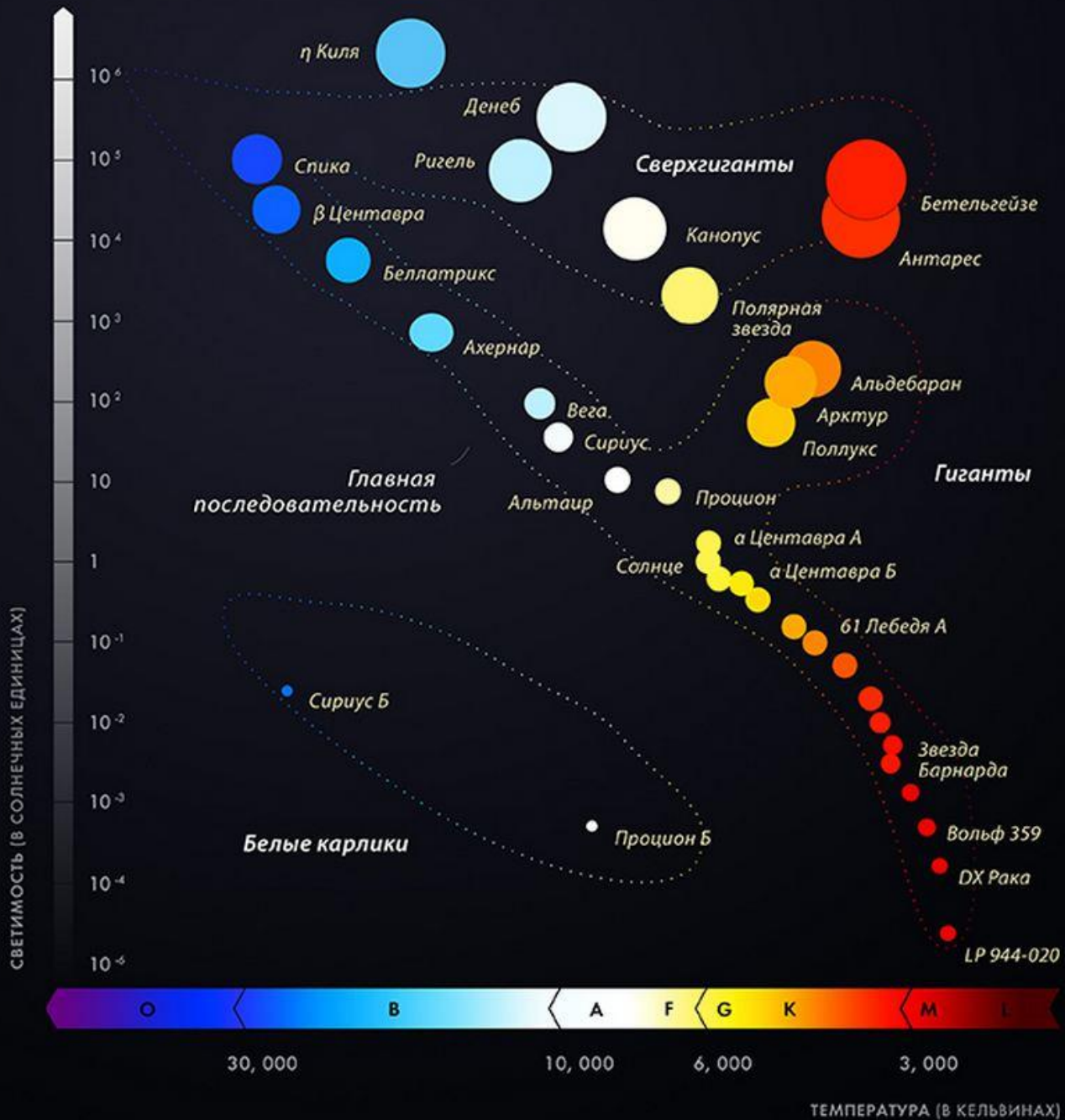
Полная энергия,
излучаемая звездой за 1
с со всей ее поверхности

Звездная

Безразмерная

характеристика яркости
объекта. Зависит от
светимости объекта и
расстояния до него.





Классификация

звезд

Главная

последовательность

Звезды, размер которых сравним с
размером Солнца, – с радиусом от 0.1 до 10
солнечных

Классификация звезд

Красные гиганты

«Холодные» звезды с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный

Сверхгиганты

Звезды, светимость которых в десятки и сотни тысяч раз превышает солнечную. Радиусы превышают солнечный в сотни раз.

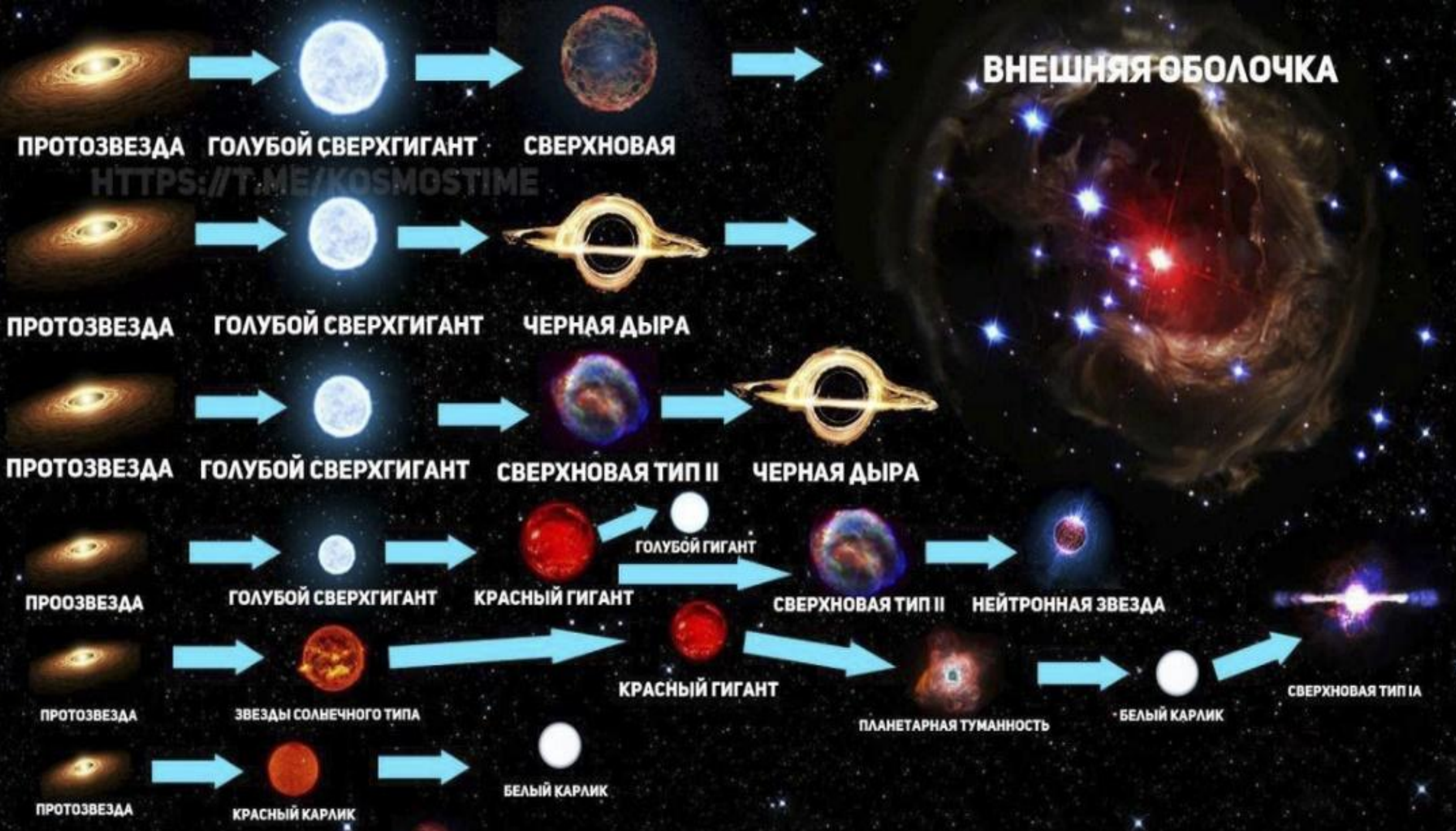
Классификация

звезд

Белые карлики

«Горячие» звезды со светимостью в сотни и тысячи раз меньше солнечной

Размеры сравнимы с размерами Земли, но с массой, близкой к Солнцу, что свидетельствует об их высокой плотности



ВНЕШНЯЯ ОБОЛОЧКА

ПРОТОЗВЕЗДА ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ СВЕРХНОВАЯ

ПРОТОЗВЕЗДА ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ ЧЕРНАЯ ДЫРА

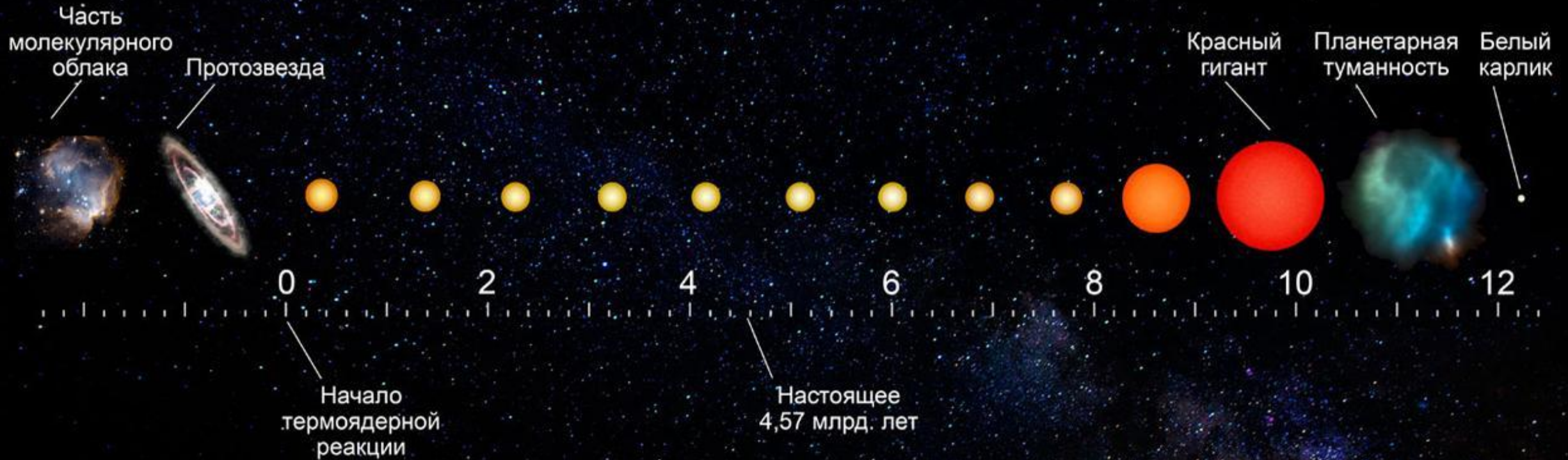
ПРОТОЗВЕЗДА ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ СВЕРХНОВАЯ ТИП II ЧЕРНАЯ ДЫРА

ПРОТОЗВЕЗДА ГОЛУБОЙ СВЕРХГИГАНТ КРАСНЫЙ ГИГАНТ ГОЛУБОЙ ГИГАНТ СВЕРХНОВАЯ ТИП II НЕЙТРОННАЯ ЗВЕЗДА

ПРОТОЗВЕЗДА ЗВЕЗДЫ СОЛНЕЧНОГО ТИПА КРАСНЫЙ ГИГАНТ ПЛАНЕТАРНАЯ ТУМАННОСТЬ БЕЛЫЙ КАРЛИК СВЕРХНОВАЯ ТИП IA

ПРОТОЗВЕЗДА КРАСНЫЙ КАРЛИК БЕЛЫЙ КАРЛИК

Эволюция Солнца



Класс ◆	Температура, К ◆	Истинный цвет ◆	Видимый цвет ^{[8][9]} ◆	Масса, M_{\odot} ◆	Радиус, R_{\odot} ◆	Светимость, L_{\odot} ◆
O	30 000—60 000	голубой	голубой	60	15	1 400 000
B	10 000—30 000	бело-голубой	бело-голубой и белый	18	7	20 000
A	7500—10 000	белый	белый	3,1	2,1	80
F	6000—7500	жёлто-белый	белый	1,7	1,3	6
G	5000—6000	жёлтый	жёлтый	1,1	1,1	1,2
K	3500—5000	оранжевый	желтовато-оранжевый	0,8	0,9	0,4
M	2000—3500	красный	оранжево-красный	0,3	0,4	0,04

$$t_{\odot}^0 = 5778 \text{ K} \approx 6000 \text{ K}$$

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	9600	3	3	27
Капелла	5200	3	12	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Температура поверхности и радиус Бетельгейзе говорят о том, что эта звезда относится к красным сверхгигантам.
- 2) Температура на поверхности Проциона в 2 раза ниже, чем на поверхности Солнца.
- 3) Звезды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Земли и, следовательно, относятся к одному созвездию.
- 4) Звезда Вега относится к белым звездам спектрального класса А.
- 5) Так как массы звезд Вега и Капелла одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезда Альдебаран является сверхгигантом.
- 2) Звезды Альдебаран и Эльнат имеют одинаковую массу, значит, они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М.
- 4) Звезды Альдебаран и Эльнат относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 5) Температура на поверхности Солнца больше, чем температура на поверхности звезды Капелла.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Температура на поверхности Солнца в 2 раза ниже, чем на поверхности Альдебарана.
- 4) Звезда Ригель относится к красным звездам спектрального класса М.
- 5) Звезды Садр и Ригель относятся к различным спектральным классам.

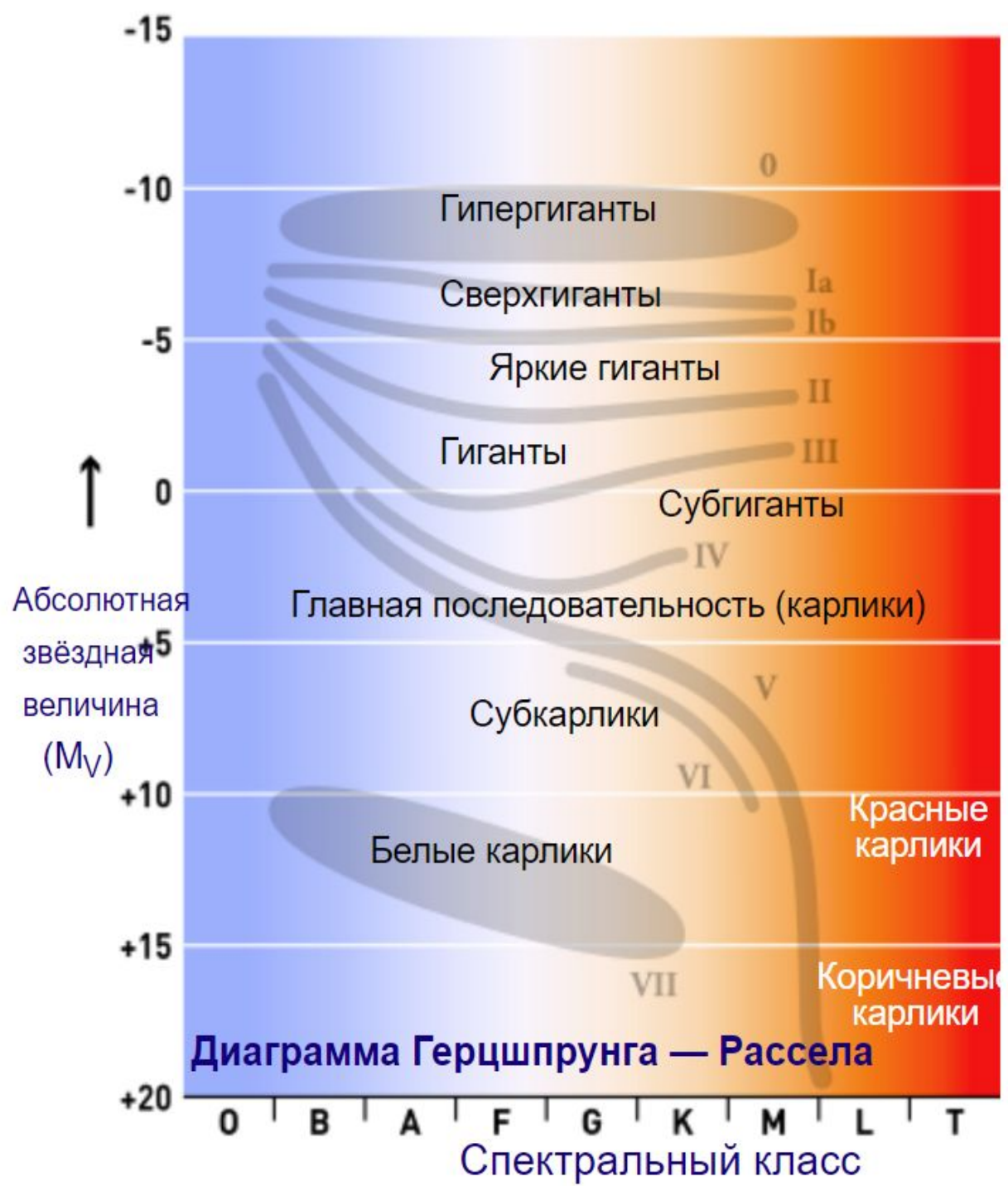
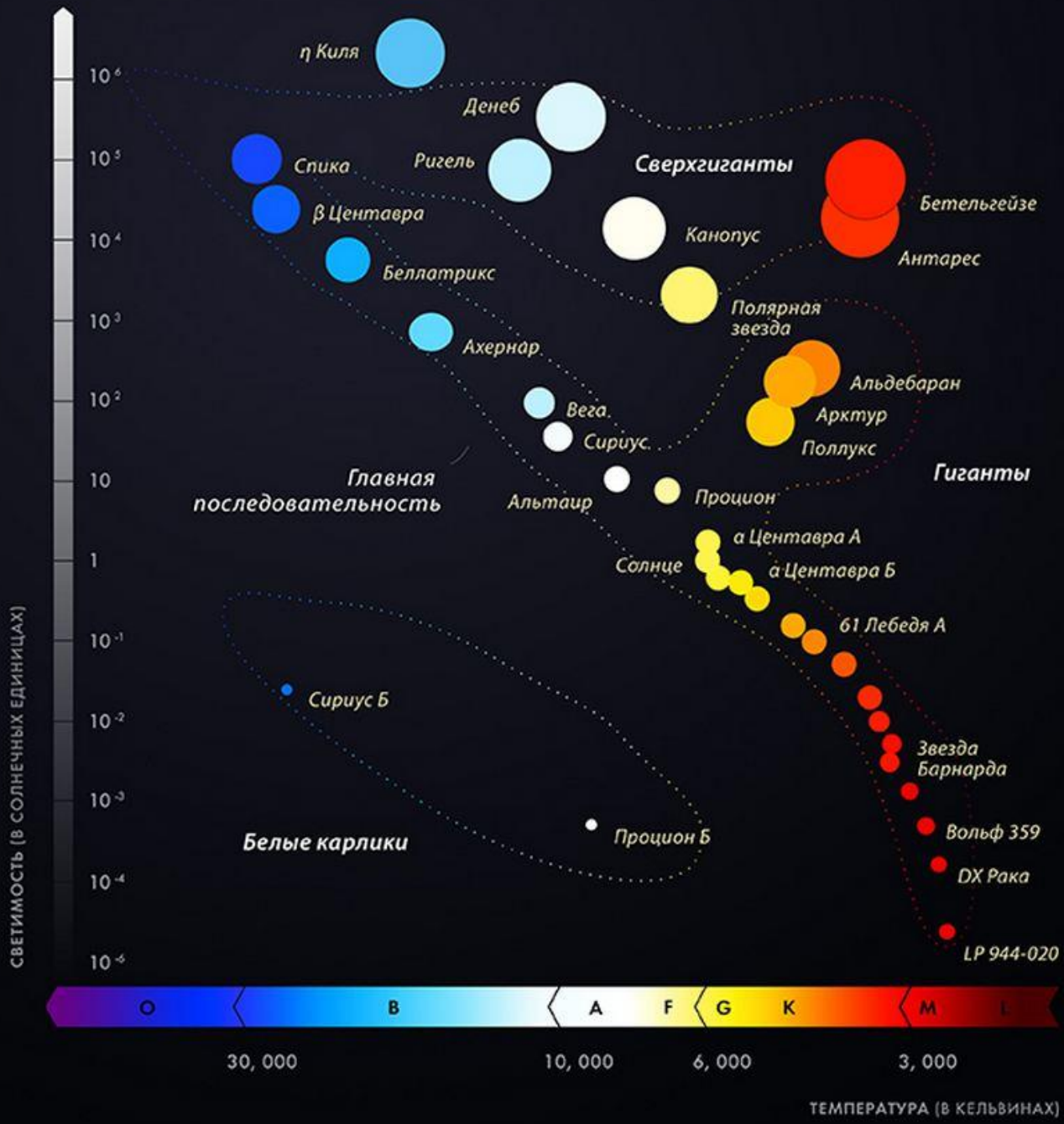
Светимость и абсолютная звездная

величина

$$L = R^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}} \right)^4$$

$$L = 138^2 \left(\frac{11200}{6000} \right)^4 = 19044 \cdot 12.141 \approx 231\,220$$

$$M = 5.5 - 2.5 \lg L = 5.5 - 2.5 \cdot 5.364 = -7.91$$



Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Температура на поверхности Солнца в 2 раза ниже, чем на поверхности Альдебарана.
- 4) Звезда Ригель относится к красным звездам спектрального класса М.
- 5) Звезды Садр и Ригель относятся к различным спектральным классам.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезда Спика относится к звездам спектрального класса F.
- 2) Плотность вещества звезды Вега составляет 1 г/см^3 .
- 3) Звезды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 4) Звезды Вега и Кастор имеют примерно одинаковую температуру и массу, следовательно, будет одинаковой и их видимая звездная величина.
- 5) Температура поверхности и радиус Альдебарана говорят о том, что эта звезда относится к гигантам.

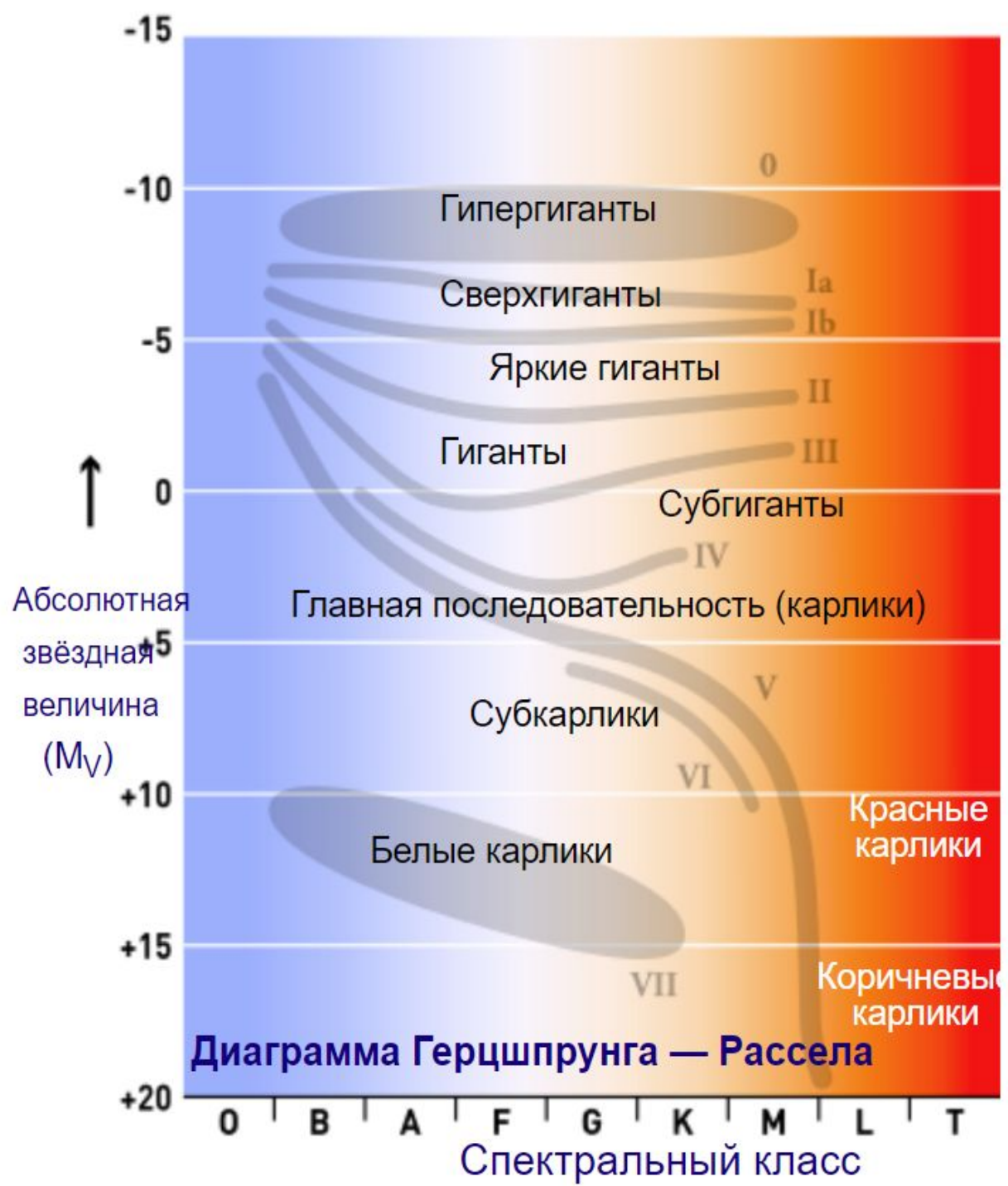
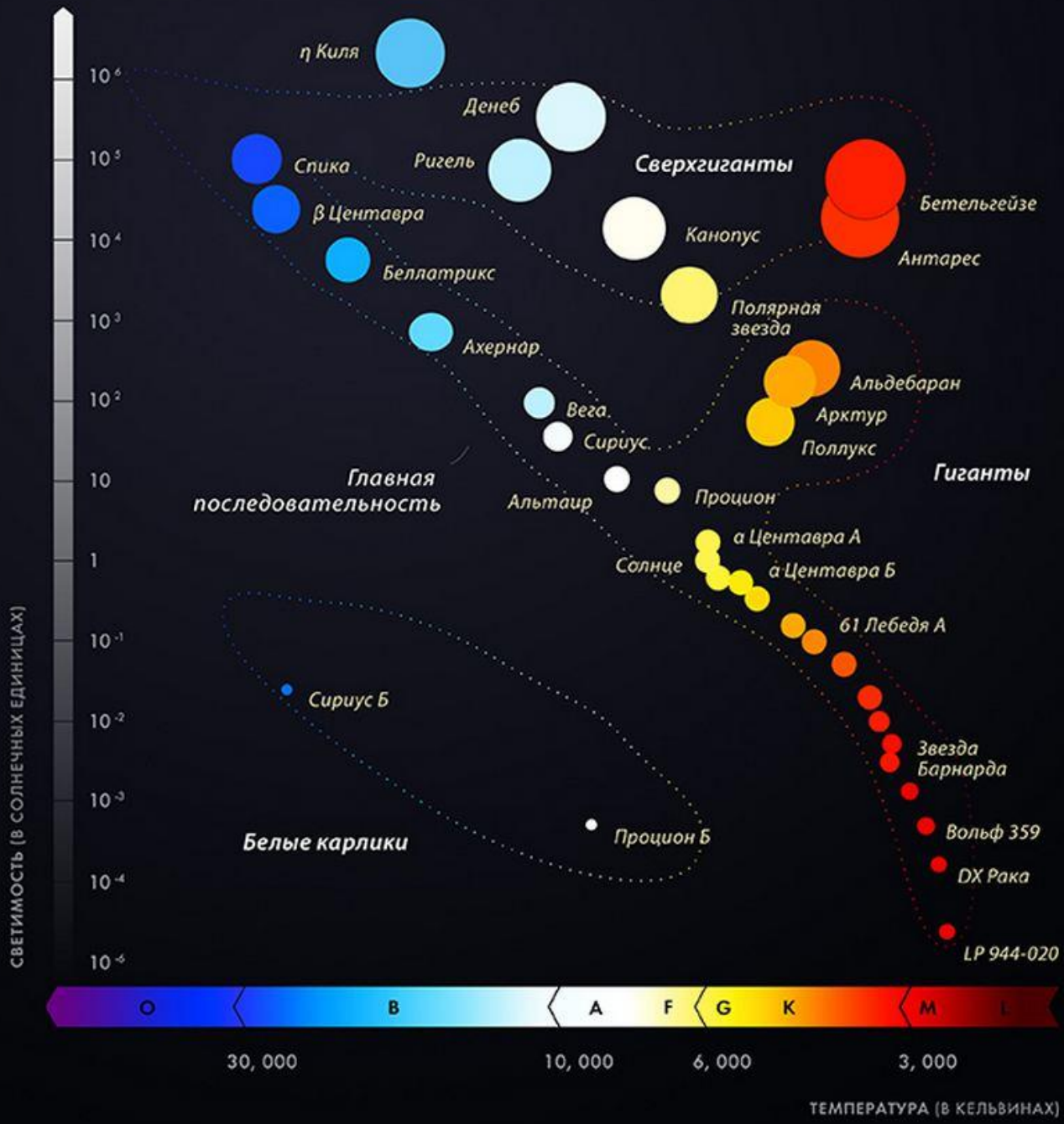
Светимость и абсолютная звездная

величина

$$L = R^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}} \right)^4$$

$$L = 45^2 \left(\frac{3500}{6000} \right)^4 = 2025 \cdot 0.1116 \approx 226$$

$$M = 5.5 - 2.5 \lg L = 5.5 - 2.5 \cdot 2.353 = -0.38$$



Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезда Спика относится к звездам спектрального класса F .
- 2) Плотность вещества звезды Вега составляет 1 г/см³.
- 3) Звезды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 4) Звезды Вега и Кастор имеют примерно одинаковую температуру и массу, следовательно, будет одинаковой и их видимая звездная величина.
- 5) Температура поверхности и радиус Альдебарана говорят о том, что эта звезда относится к гигантам.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезда Процион относится к белым карликам.
- 2) Расстояние до Бетельгейзе в 4 раза больше расстояния до Спики.
- 3) Звезды Кастор и Капелла принадлежат к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Капелла является звездой типа Солнце.
- 5) Плотность звезды Альдебаран близка к плотности Солнца.

Относительная плотность

звезд

$$\frac{\rho}{\rho_{\odot}} = \frac{M/M_{\odot}}{(R/R_{\odot})^3}$$

$$\frac{\rho}{\rho_{\odot}} = \frac{5}{45^3} = \frac{5}{91\,125} \approx 0.0000549$$

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	17
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезда Процион относится к белым карликам.
- 2) Расстояние до Бетельгейзе в 4 раза больше расстояния до Спики.
- 3) Звезды Кастор и Капелла принадлежат к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Капелла является звездой типа Солнце.
- 5) Плотность звезды Альдебаран близка к плотности Солнца.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45,0	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40,0	138,0	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1,0	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Температура звезды α Центавра А соответствует температуре звёзд спектрального класса О.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса В.
- 4) Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца.
- 5) Звезда Альдебаран относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рессела.

Светимость и абсолютная звездная

величина

$$L = R^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}} \right)^4$$

$$L = 138^2 \left(\frac{11200}{6000} \right)^4 = 19044 \cdot 12.14 \approx 231\,194$$

$$M = 5.5 - 2.5 \lg L = 5.5 - 2.5 \cdot 5.36 = -7.9$$

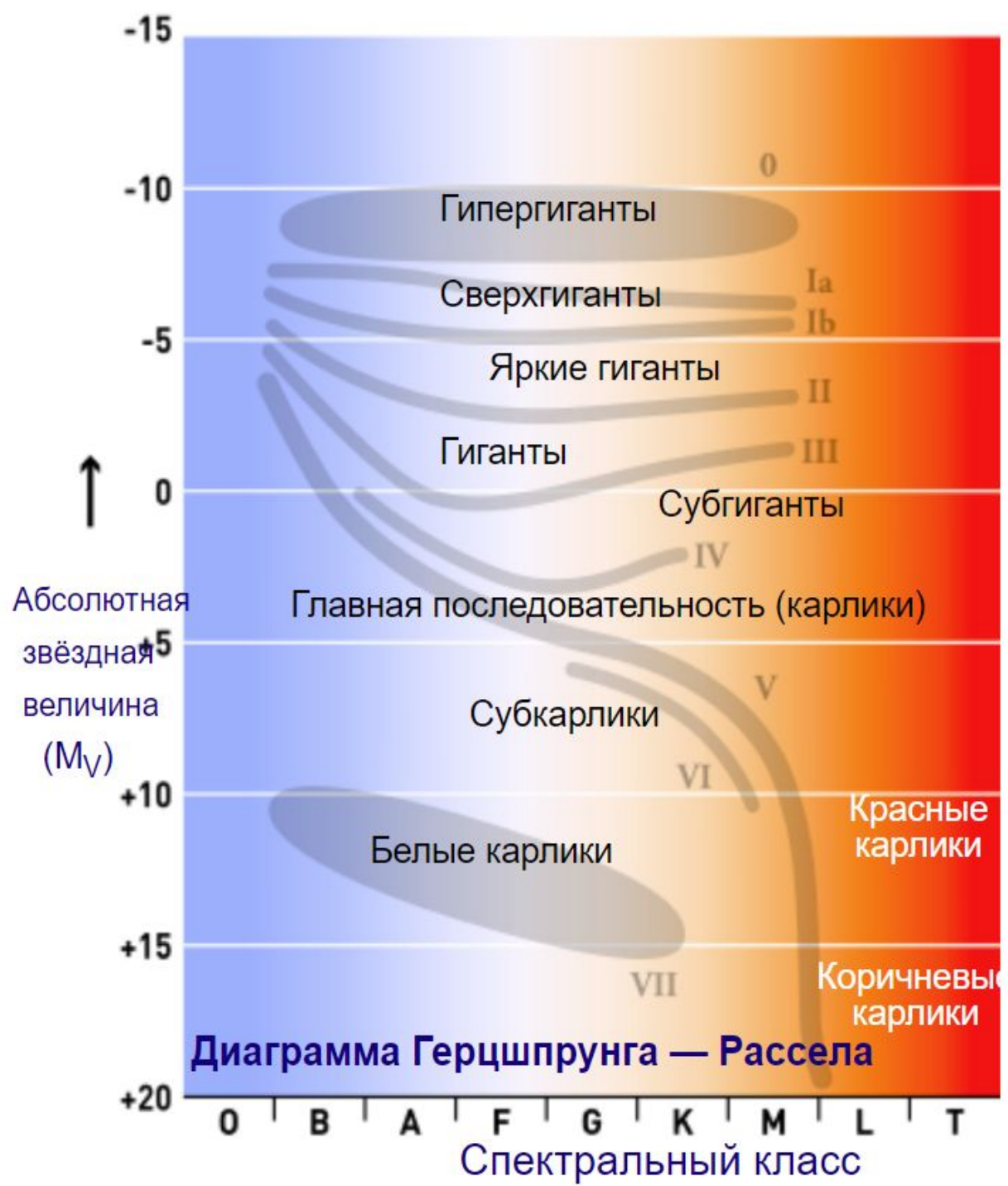
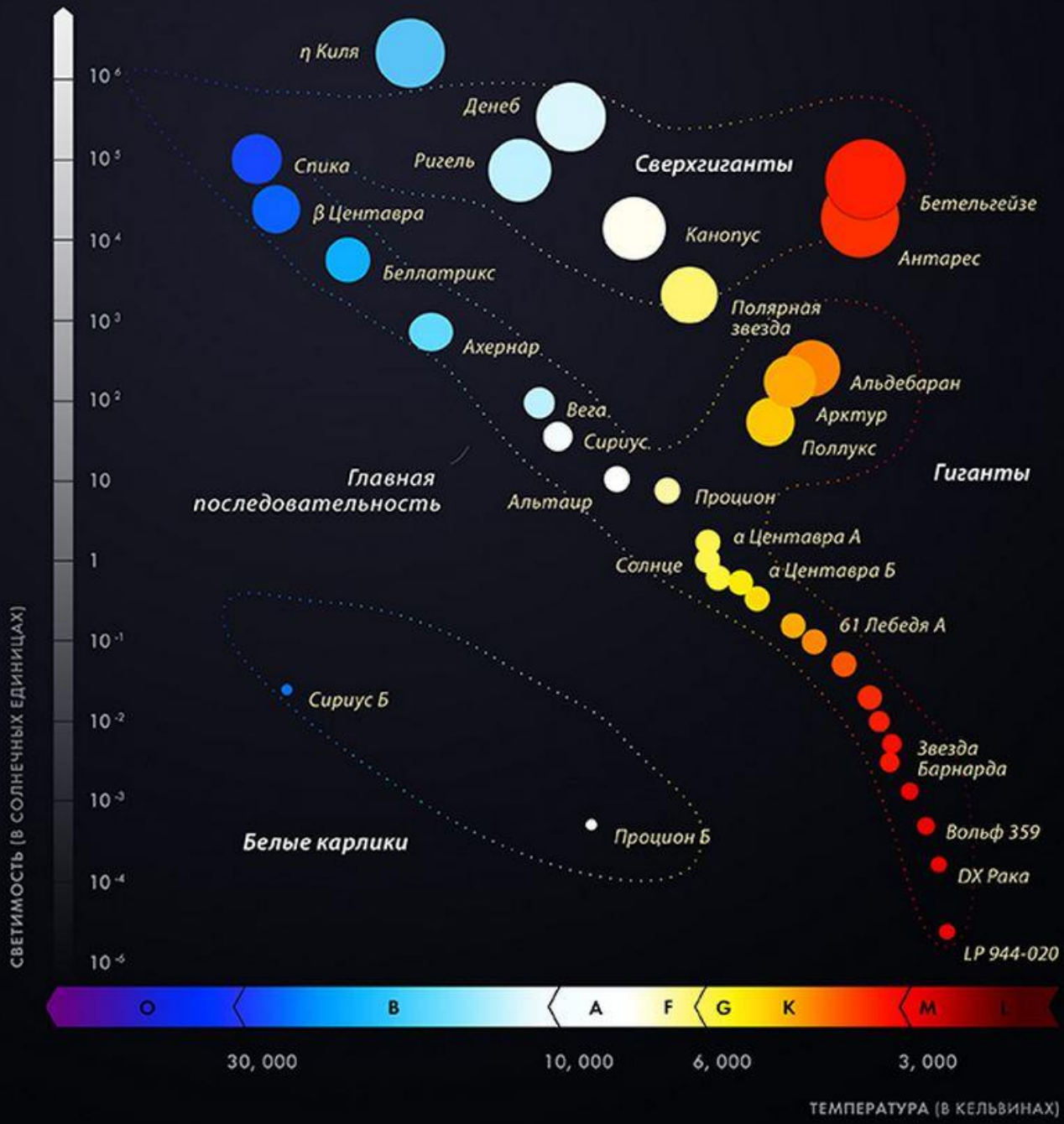


Диаграмма Герцшпрунга — Рассела

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45,0	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40,0	138,0	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1,0	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Температура звезды α Центавра А соответствует температуре звёзд спектрального класса О.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса В.
- 4) Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца.
- 5) Звезда Альдебаран относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рессела.

Первая звезда излучает в 100 раз больше энергии, чем вторая. Они расположены на небе так близко друг от друга, что видны как одна звезда с видимой звёздной величиной, равной 5.

Исходя из этого условия, выберите **два** верных утверждения.

- 1) Если вторая звезда расположена в 10 раз ближе к нам, чем первая, то их видимые звёздные величины равны.
- 2) Если звёзды расположены на одном расстоянии, то блеск первой равен 5 звёздным величинам, а второй — 0 звёздных величин.
- 3) Если эти звезды расположены в пространстве рядом друг с другом, то вторая звезда такая тусклая, что не видна невооружённым глазом, даже если бы этому не препятствовала яркая первая.
- 4) Первая звезда — белый сверхгигант, а вторая — красный сверхгигант.
- 5) Первая звезда обязательно горячее второй.

Звездные величины






При удалении от источника световой поток уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния. Чем меньше значение звёздной величины, тем ярче данный объект.

Следующие свойства помогают пользоваться видимыми звёздными величинами на практике:

- а) Увеличению светового потока в 100 раз соответствует уменьшение видимой звёздной величины ровно на 5 единиц.
- б) Уменьшение звёздной величины на одну единицу означает увеличение светового потока в $\sqrt[5]{100} \approx 2,512$ раза.
- в) Величина расстояния прямо пропорциональна величине светового потока.






Первая звезда излучает в 100 раз больше энергии, чем вторая. Они расположены на небе так близко друг от друга, что видны как одна звезда с видимой звёздной величиной, равной 5.

Исходя из этого условия, выберите **два** верных утверждения.

-  1) Если вторая звезда расположена в 10 раз ближе к нам, чем первая, то их видимые звёздные величины равны.
-  2) Если звёзды расположены на одном расстоянии, то блеск первой равен 5 звёздным величинам, а второй — 0 звёздных величин.
-  3) Если эти звезды расположены в пространстве рядом друг с другом, то вторая звезда такая тусклая, что не видна невооружённым глазом, даже если бы этому не препятствовала яркая первая.
-  4) Первая звезда — белый сверхгигант, а вторая — красный сверхгигант.
-  5) Первая звезда обязательно горячее второй.

Две совершенно одинаковые звезды расположены на небе так близко, что видны как одна звезда. Их суммарный видимый блеск равен 5 звёздным величинам. Видимый блеск одной из них (первой) равен 5,5 звёздных величин.

Исходя из этого условия, выберите **два** верных утверждения.

-  1) Блеск второй звезды равен блеску первой звезды.
-  2) Блеск второй звезды равен $-0,5$ звёздным величинам.
-  3) Звёзды находятся на одинаковом расстоянии.
-  4) Вторая звезда дальше первой.
-  5) Если каждую из звёзд приблизить к нам в десять раз, то их суммарный блеск станет равен 0 звёздных величин.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

1) Звезда Сириус А относится к звёздам главной последовательности на диаграмме

Герцшпрунга — Рассела.

2) Звезда Ригель относится к сверхгигантам.

3) Наше Солнце имеет максимальную массу для звёзд главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга — Рассела.

4) Звезда Сириус В относится к звёздам главной последовательности на диаграмме

Герцшпрунга — Рассела.

5) Звезда Центавра А относится к белым карликам.

Как известно, звёздные скопления содержат тысячи и даже миллионы звёзд.

Выберите два утверждения, которые правильно описывают звёзды одного скопления.

Под словом «одинаковый» понимается близость соответствующих значений для звёзд данного скопления.



1) Все звёзды скопления имеют одинаковую температуру.



2) Все звёзды скопления имеют одинаковый параллакс.



3) Все звёзды скопления имеют одинаковую массу.



4) Все звёзды скопления имеют одинаковую светимость.



5) Все звёзды скопления имеют одинаковый возраст.

Как известно, звёздные скопления содержат тысячи и даже миллионы звёзд.

Выберите два утверждения, которые правильно описывают звёзды одного скопления.

Под словом «одинаковый» понимается близость соответствующих значений для звёзд данного скопления.



1) Расстояние до звёзд скопления одинаковое.



2) Все звёзды скопления имеют одинаковое направление движения в пространстве.



3) Все звёзды скопления имеют одинаковую видимую звездную величину.



4) Все звёзды скопления имеют одинаковый спектральный класс.



5) Все звёзды скопления имеют одинаковый радиус.

Из списка ниже выберите две стадии звёздной эволюции, которые ожидают наше Солнце в будущем.



1) белый карлик



2) красный гигант



3) красный карлик



4) нейтронная звезда



5) голубой гигант