

Телепроект «МОЯ ШКОЛА в online»

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

ФИЗИКА

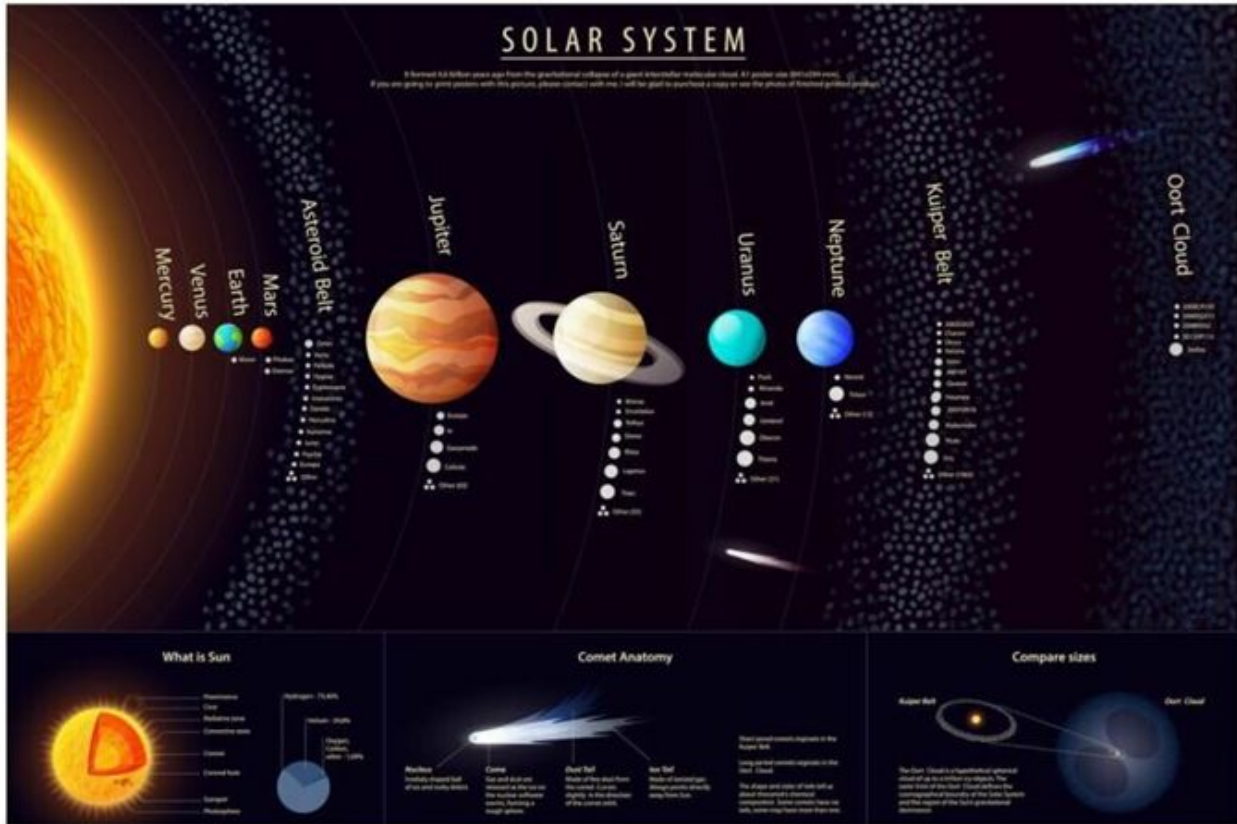
11 класс

Урок № 17

Астрофизика

Курносов Валерий Михайлович,
учитель физики и астрономии
Физтех-лицея им. П. Л. Капицы

Состав Солнечной системы



Основные формулы

1. $\omega = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ — средняя угловая скорость
2. $T = \frac{2\pi}{\omega}$ — период вращения
3. $V = R \cdot \omega$ — связь линейной и угловой скоростей
4. $\rho = \frac{m}{V}$ — плотность вещества
5. $g = G \frac{M}{R^2}$ — ускорение свободного падения
6. $V_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}$ — первая космическая скорость
7. $V_1 = \sqrt{gR}$ — первая космическая скорость

Основные формулы

8. $V_2 = V_1\sqrt{2}$ — вторая космическая скорость

9. $\varepsilon = \frac{OS_1}{OA}$ — эксцентриситет

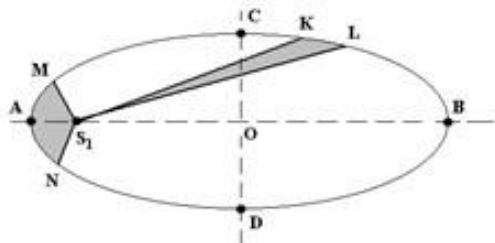
10. $\frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{const}$ — второй закон Кеплера.

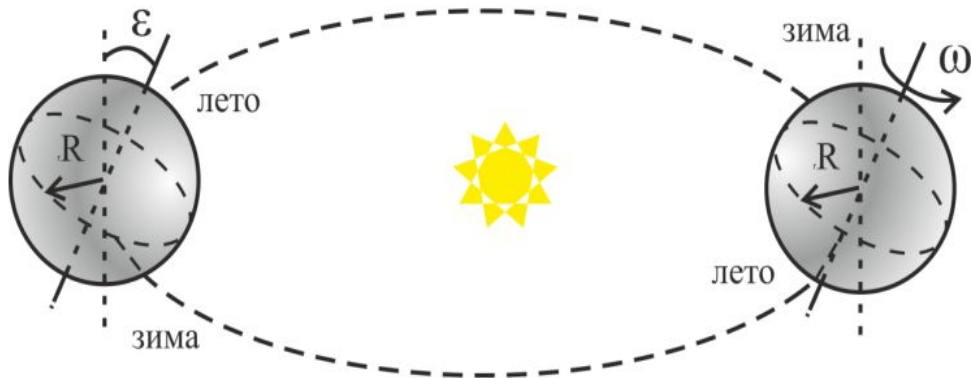
11. $\frac{T_1^2(M_{\oplus}+m_1)}{T_2^2(M_{\oplus}+m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$ — уточненный третий закон Кеплера.

12. $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$ — третий закон Кеплера.

13. $\frac{1}{T} - \frac{1}{P} = \frac{1}{S}$ — синодический период.

14. $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ — объем шара





Смена времен года обусловлена наклоном оси вращения планеты к перпендикуляру к плоскости орбиты (наличием угла ϵ).

Если наклон мал ($\epsilon < 5^\circ \sim 7^\circ$), то смены времен года практически нет.

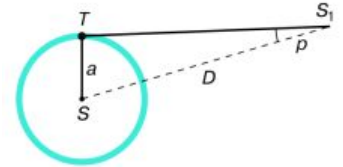
Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879		3,01
Венера	0,72	12 104		7,33
Земля	1,00	12 756		7,91
Марс	1,52	6794		3,55
Юпитер	5,20	142 984		42,1
Сатурн	9,58	120 536		25,1
Уран	19,19	51 118		15,1
Нептун	30,02	49 528		16,8

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1. Среднее расстояние от Солнца до Юпитера составляет 300 млн. км.
2. Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около $11,4 \text{ м/с}^2$.
3. Ускорение свободного падения на Уране составляет около $15,1 \text{ м/с}^2$.
4. Объем Юпитера почти в 3 раза больше объема Нептуна.
5. На Меркурии не наблюдается смены времен года

Звезды

$$D = \frac{a}{\sin p} = \frac{20625 \text{ } 5''}{p''} \text{ -метод годичного параллакса.}$$



$$1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.26 \text{ св.г.} = 3 \cdot 10^{13} \text{ км.}$$

Светимостью называется полная энергия, излучаемая звездой в единицу времени.

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \text{ – светимость}$$

Чтобы сравнить мощности (светимости) звезд, вычисляют абсолютную звездную величину.

$$I_1 : I_2 = 2,512^{m_2 - m_1}$$

Звезды

Видимая звездная величина, которую имела бы звезда, если бы находилась от нас на расстоянии $D_0 = 10$ пк, получила название абсолютной звездной величины M .

$$I: I_0 = 2,512^{M-m}$$

Но различия в интенсивностях излучения связаны и с расстоянием до звезд:

$$I: I_0 = D_0^2: D^2$$

Следовательно:

$$2,512^{M-m} = D_0^2: D^2$$

Логарифмируя это выражение, находим:

$$0,4(M - m) = \lg 10^2 - \lg D^2, \text{ или } M = m + 5 - 5 \lg D,$$

Абсолютная звездная величина Солнца $M_{\odot} = 5^m = +$

Зная абсолютную звездную величину звезды M , легко вычислить ее светимость L .

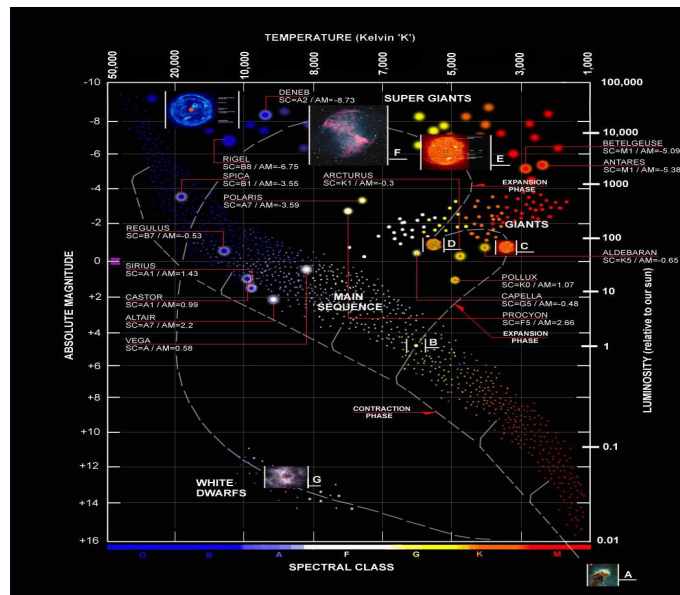
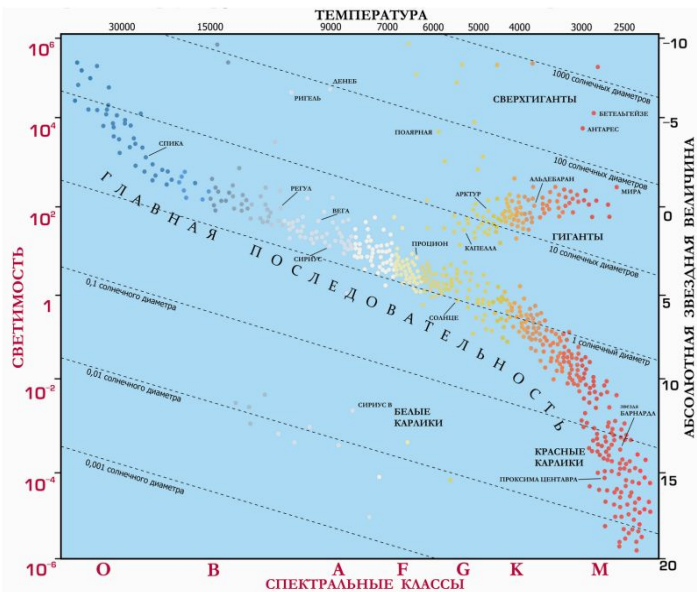
Считая светимость Солнца $L_{\odot} = 1$, получаем:

$$L = 2,512^{5-M}, \text{ или } \lg L = 0,4(5 - M)$$

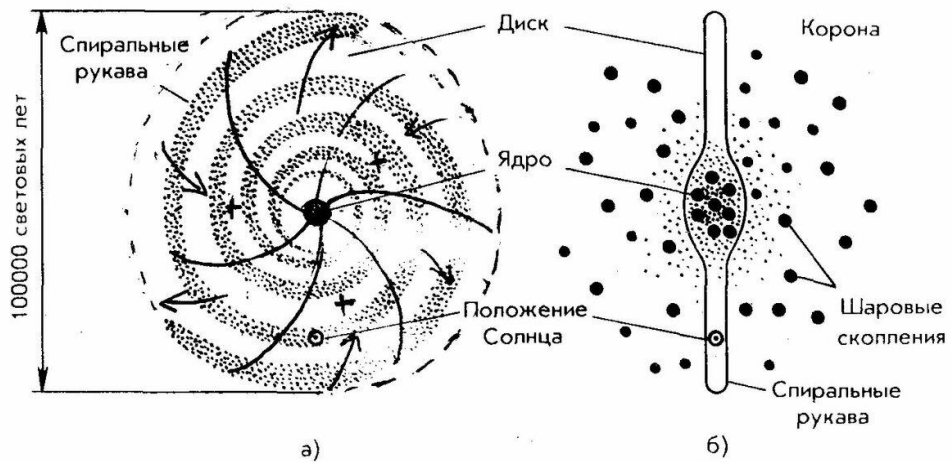
Спектральная классификация звезд

Спектральный класс	Температура поверхности, K	Цвет	Примеры звезд
O	30000-60000	голубой	сигма Ориона
B	10000-30000	бело-голубой	Ригель
A	7500-10000	белый	Вега, Сириус, Денеб
F	6000-7500	желто-белый	Процион
G	5000-6000	желтый	Солнце, Капелла, альфа Центавра
K	3500-5000	оранжевый	Арктур, Поллукс
M	2000-3500	красный	Бетельгейзе

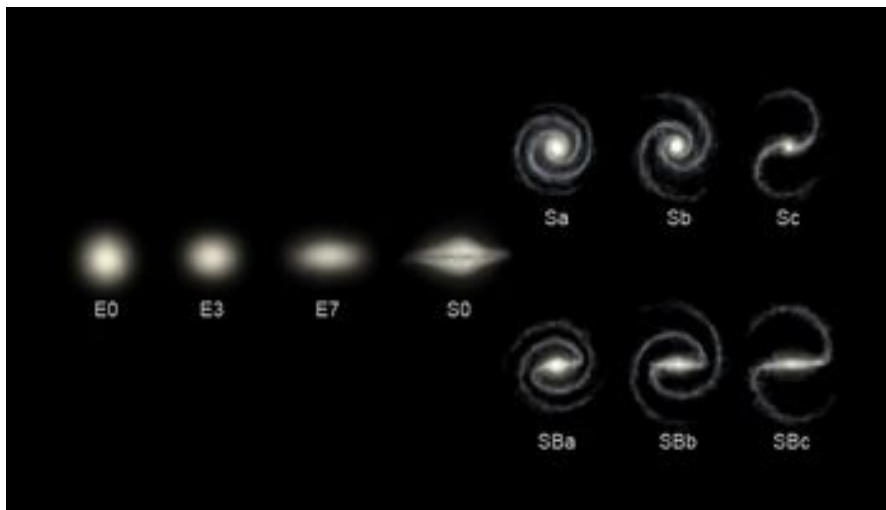
Диаграмма Герцшпрунга - Рассела



Галактики



Типы галактик



Типы галактик

Эллиптические:



Спиральные:



Типы галактик

Спиральные пересеченные:



Неправильные:



Закон Хаббла

$$V = H_0 \cdot r$$

$$H_0 = 74,03 \pm 1,42 \text{ (км/с)/Мпк}$$

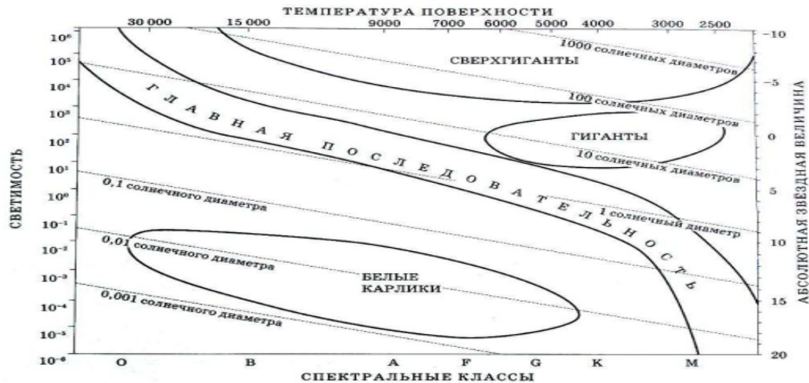
Значение H_0 определяется по наблюдениям галактик, расстояния до которых измерены без помощи красного смещения (прежде всего, по ярчайшим звёздам или цефеидам). Большинство независимых оценок H_0 дают для этого параметра значение 66—78 км/с на мегапарсек. Это означает, что галактики, находящиеся на расстоянии 100 мегапарсек, удаляются от нас со скоростью 6600—7800 км/с. В настоящее время (2019 год) значения, полученные путём вычисления расстояний до галактик по светимости наблюдающихся в них цефеид на космическом телескопе Хаббла, дают оценку $74,03 \pm 1,42$ (км/с)/Мпк, а значения, полученные с помощью измерения параметров реликтового излучения на космической обсерватории «Планк», показали значение $67,4 \pm 0,5$ (км/с)/Мпк по состоянию на 2018 год.

Проблема оценки H_0 осложняется тем, что, помимо космологических скоростей, обусловленных расширением Вселенной, галактики ещё обладают собственными (пекулярными) скоростями, которые могут составлять несколько сотен км/с (для членов массивных скоплений галактик — более 1000 км/с). Это приводит к тому, что закон Хаббла плохо выполняется или совсем не выполняется для объектов, находящихся на расстоянии ближе 10—15 млн св. лет, то есть как раз для тех галактик, расстояния до которых наиболее надёжно определяются без красного смещения.

Возраст Вселенной, определенный по закону Хаббла, составляет:

$$T = 13,75 \pm 0,11 \text{ млрд.лет}$$

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга-Рассела.



Выберите два утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

1. Температура поверхности звезд спектрального класса G в 2 раза выше температуры поверхности звезд спектрального класса A.
2. Звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.
3. Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
4. Звезда Антарес имеет температуру поверхности 3300 K и относится к звездам спектрального класса A.
5. «Жизненный цикл» звезды спектрального класса K главной последовательности более длительный, чем спектрального класса В главной последовательности.