



Образовательный Центр "Лучшее Решение"

www.лучшеерешение.рф www.lureshenie.ru www.высшийуровень.рф
www.лучшийпедагог.рф www.publ-online.ru

Разбор и решение задачи № 24

ЕГЭ по физике

Автор:

Алексеев Дмитрий Апполлонович

МБОУ «Убоянская основная

общеобразовательная школа

Содержание

Задача из учебника	3
Задачи из образовательного портала «РЕШУ ЕГЭ».....	10
Анализ данных.....	10
Расчетная задача.....	27
Приложение.....	33
Ошибка! Источник ссылки не найден.....	Ошибка!
Закладка не определена.	

Задача из учебника _____

24.1 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с	Средняя плотность, г/см ³
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25	5,43
Венера	12104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	10,36	5,25
Земля	12756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	2,25
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49493	164 года 292 суток	17 часов 5 минут	23,71	1,67

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Планеты-гиганты – это газовые шары, поэтому их плотности меньше плотности воды.
- 2) Масса Нептуна в 2 раза больше массы Сатурна.
- 3) В процессе оборота вокруг Солнца Нептун совершает примерно в 2 раза большее число оборотов вокруг своей оси, чем Уран.
- 4) Ускорение свободного падения на Марсе примерно $3,7 \text{ м/с}^2$.
- 5) Первая космическая скорость вблизи Сатурна составляет примерно $50,2 \text{ км/с}$.

Решение:

- 1) Нет. Плотность планет гигантов больше плотности воды ($1,33 \text{ г/см}^3$; $1,24 \text{ г/см}^3$; $1,67 \text{ г/см}^3$).
- 2) Нет. Масса Нептуна и Сатурна почти одинаковы.
- 3) Да. В процессе оборота вокруг Солнца Нептун совершает примерно в 2 раза большее число оборотов вокруг своей оси, чем Уран.
- 4) Да. Ускорение свободного падения на Марсе $3,7 \text{ м/с}^2$.
- 5) Нет. Первая космическая скорость вблизи Сатурна больше $50,2 \text{ км/с}$.

Ответ: 34

24.2. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с	Средняя плотность, г/см ³
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	4,25	5,43
Венера	12104	224,7 суток	243 суток 3 часа	10,36	5,25

			50 минут		
Земля	12756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18	2,25
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02	3,93
Юпитер	142800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	59,54	1,33
Сатурн	119900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	35,49	0,71
Уран	51108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	21,29	1,24
Нептун	49493	164 года 292 суток	17 часов 5 минут	23,71	1,67

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Большая средняя плотность, Меркурия свидетельствует о том, что на этой планете отсутствует вода.
- 2) Масса Марса в 2 раза меньше массы Венеры.
- 3) В течение венерианского года планета не успевает совершить полный оборот вокруг своей оси.
- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии примерно $4,25 \text{ м/с}^2$.
- 5) Первая космическая скорость вблизи Юпитера составляет примерно $42,1 \text{ км/с}$.

Решение:

- 1) Нет. Большая плотность не определяет отсутствие воды
- 2) Нет, т.к. плотность Марса в 1,33 раза меньше чем Венера.
- 3) Да. Венерианский год 224,7 суток, а период вращения вокруг оси 243 сутки.
- 4) Нет. У Меркурии $g > 4,25 \text{ м/с}^2$.
- 5) Да.

Ответ: 34

24.3. Рассмотрите таблицу, содержащую о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Антарес	3300	18	560	$1,5 \cdot 10^{-7}$
Арктур	4100	4,2	26	$3 \cdot 10^{-4}$
Вега	9500	2,8	3,0	0,14
Сириус В	8200	1	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Ригель	11200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
α Центавра	5730	1,02	1,2	0,80
70 Змееносца	4900	0,8	0,89	2,2
40 Эридана	10000	0,44	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^8$

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Звезда 10 Эридана имеет такую же плотность вещества как и наше Солнце.
- 2) Звезда Антарес относится к красным сверхгигантам спектрального класса М.

- 3) Температура поверхности звезды α Центавра вдвое ниже температуры поверхности Солнца.
- 4) Звезда Вега и 70 Змееносцев относятся к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.
- 5) Арктур относится к звёздам спектрального класса В.

Решение:

- 1) Нет. Плотность Звезды 40 Эридана больше плотности Солнца (у 40 Эридана $= 1,25 * 10^8$ плотности воды, а у Солнца 1400 кг/м^3).
- 2) Да. Антарес относится к сверхгигантам спектрального класса М.
- 3) Нет. Температура Солнца 6000 К , у α Центавра 5730 К почти одинаковые.
- 4) Да. Вега и 70 Змееносца относятся к звездам главной последовательности.
- 5) Нет, т.к. Арктур красный гигант она относится к спектральному классу К, а не В.

Ответ: 24

24.4. Рассмотрите таблицу, содержащую о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Антарес	3300	18	560	$1,5 * 10^{-7}$
Арктур	4100	4,2	26	$3 * 10^{-4}$
Вега	9500	2,8	3,0	0,14
Сириус В	8200	1	$2 * 10^{-2}$	$1,75 * 10^6$
Ригель	11200	40	138	$2 * 10^{-5}$
α Центавра	5730	1,02	1,2	0,80
70 Змееносца	4900	0,8	0,89	2,2
40 Эридана	10000	0,44	$1,7 * 10^{-2}$	$1,25 * 10^8$

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Звезда Ригель относится к сверхгигантам спектрального класса В.
- 2) Температура поверхности Арктура выше температуры поверхности Солнца.
- 3) Звезда α Центавра относится к жёлтым карликам.
- 4) Звёзды Сириус В и 40 Эридана относятся к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела.
- 5) Звезда Антарес имеет такую же плотность вещества, как и наше Солнце.

Решение:

- 1) Да. Ригель относится к сверхгигантам (40 Мс) спектрального класса В (11200 К).
- 2) Нет. Арктур 4100 К , а у Солнца 6000 К .
- 3) Да. А Центавра относится к желтым карликам.
- 4) Нет. Сириус и 40 Эридана не относятся к главной последовательности.
- 5) Нет. У звезды Антарес плотность намного меньше чем у нашего Солнца.

Ответ: 13

24.5. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, 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	350
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 звёзд.

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

Решение:

- 1) Да. Радиус Альдебарана 45 Мс температура низкая 3500 К Красный гигант.
- 2) Нет. Температура Проциона наоборот больше чем Солнце.
- 3) Нет. Звёзды Кастор и Капелла не относятся к одному созвездию.
- 4) Да. Звезда Вега относится к белым звездам спектрального класса А.
- 5) Нет. У Вега и Капелла температура разные они не относятся к одному и то же спектральному классу.

Ответ: 14

24.6. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, 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	350
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 звёзд.

- 1) Звёзды Вега и Капелла имеют одинаковые массы, а значит, и одинаковую светимость.

- 2) Свет от звезды Капелла приходит к Земле в 2 раза быстрее, чем от звезды Кастор.
- 3) Температура поверхности и радиус Бетельгейзе говорят о том, что эта звезда относится к красным сверхгигантам.
- 4) Плотность вещества звезды Альтаир составляет 1 г/см^3 .
- 5) Звезда Процион относится к жёлтым звёздам спектрального класса F.

Решение:

- 1) Нет, т.к. Вега и Капелла имеют разные температуры.
- 2) Нет, т.к. расстояние по 45 св.года, свет приходит одинаково.
- 3) Да. Температура низкая, радиус большой, значит сверхгигант.
- 4) Нет. Плотность вещества больше 1 г/см^3 .
- 5) Да. Процион относятся к желтым звездам спектрального класса F.

Ответ: 35

24.7. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планеты Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Средняя температура на поверхности
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	350 °С день, - 170 °С ночь
Венера	12104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	480 °С
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	-63 °С
Юпитер	142800	11 лет 317 суток	9 часов 55,5 минут	- 150 °С
Сатурн	119900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	- 180 °С
Уран	51108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	- 214 °С
Нептун	49493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	- 220 °С

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Отличительным признакам планет-гигантов является медленное вращение вокруг своей оси.
- 2) В течение венерианского года наблюдается лишь один оборот планеты вокруг своей оси.
- 3) Большая разница между ночными и дневными температурами на Меркурии объясняется отсутствием на планете атмосферы.
- 4) За один юпитерианский год Марс успевает совершить три оборота вокруг Солнца.
- 5) Уран почти в 2 раза превосходит по своим размерам Нептун.

Решение:

- 1) Нет. Планеты – гиганты вращаются быстро.
- 2) Да. Год Венеры 224,7 сутки, а год 243 сутки. В течение венерианского года наблюдается лишь один оборот планеты вокруг своей оси.
- 3) Да. Большая разница температуры из-за отсутствия атмосферы на планете.
- 4) Нет. Год в Юпитере 11 лет 314 суток, $687 \text{ суток} * 3 = 2061 = 5,65 \text{ года}$.
- 5) Нет. Диаграммы почти одинаковые.

Ответ: 23

24.8. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планеты Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Средняя температура на поверхности
------------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------------

	экватора, км	вокруг Солнца		поверхности
Меркурий	4878	87,97 суток	58,6 суток	350 °С день, - 170 °С ночь
Венера	12104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	480 °С
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	-63 °С
Юпитер	142800	11 лет 317 суток	9 часов 55,5 минут	- 150 °С
Сатурн	119900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	- 180 °С
Уран	51108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	- 214 °С
Нептун	49493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	- 220 °С

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

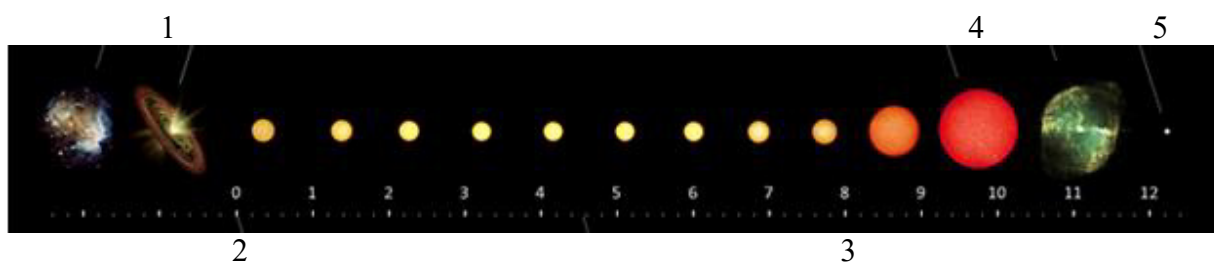
- 1) Отличительным признаком планет-гигантов является более быстрое, по сравнению с планетами земной группы, вращение вокруг своей оси.
- 2) Чем дальше от Солнца располагаются планеты земной группы, тем ниже температура их поверхности.
- 3) За два меркурианских года планета совершает три оборота вокруг своей оси.
- 4) Масса Нептуна почти в 3 раза меньше массы Юпитера.
- 5) Минимальная температура на Уране составляет около 53 К.

Решение:

- 1) Да. Планеты-гиганты вращаются вокруг своей оси быстро, планеты земной группы медленно.
- 2) Нет. Температура у Венеры выше чем у Меркурия.
- 3) Да. $88 * 2 = 176$ суток (2 меркурианских года) $176 : 3 = 58,66$ (3 оборота вокруг своей оси).
- 4) Нет. У Юпитера плотность больше чем у Нептуна.
- 5) Нет. В Уране -214°C – это составляет 59 К, а не 53 К.

Ответ: 13

24.9. Рассмотрите диаграмму, схематически отражающую эволюцию Солнца.



Выберите два утверждения, которые соответствуют стадиям эволюции, обозначенным цифрам 1-5 около диаграммы.

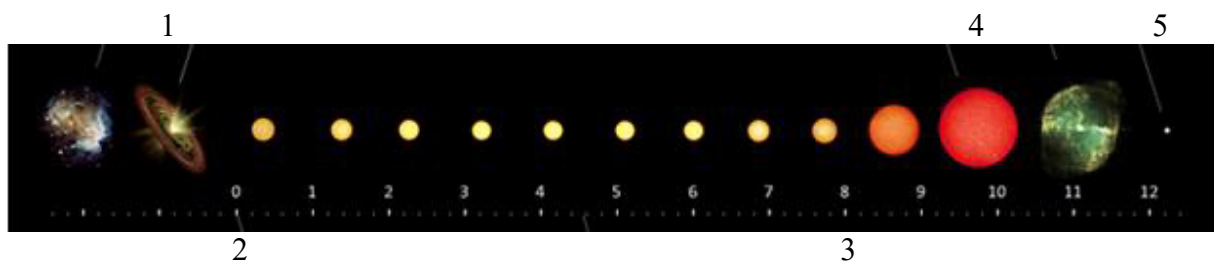
- 1) Цифра 1 – сверхновая звезда, из которой образовалось Солнце.
- 2) Цифра 2 – эра начала в недрах Солнца ядерных реакций.
- 3) Цифра 3 – начало образования в недрах Солнца ядер тяжелых металлов.
- 4) Цифра 4 – голубой гигант, в который превратился Солнце после выгорания водорода.
- 5) Цифра 5 – белый карлик, в который превратился наше Солнце в конце жизни.

Решение:

- 1) Нет. Цифра 1 протозвезда, а не сверхновая.
- 2) Да. Образование ядерных реакций цифра 2.
- 3) Нет. Цифра 3.
- 4) Нет. Наоборот красный гигант, а не голубой гигант.
- 5) Да. Цифра 5 – белый карлик, в конце жизни.

Ответ: 25

24.10. Рассмотрите диаграмму, схематически отражающую эволюцию Солнца.



Выберите два утверждения, которые соответствуют стадиям эволюции, обозначенным цифрам 1-5 около диаграммы.

- 1) Цифра 1 – протозвезда, из которой в результате сжатия образовалось Солнце..
- 2) Цифра 2 – начало формирования черной дыры в ядре Солнца.
- 3) Цифра 3 – эра начала в недрах Солнца ядерной реакции.
- 4) Цифра 4 – гигант, в который ревертился Солнце после выгорания водорода.
- 5) Цифра 5 – нейтронная звезда, в которую превратился наше Солнце в конце жизни.

Решение:

- 1) Да. Цифра 1 – протозвезда.
- 2) Нет. Черная дыра цифра 5, а не цифра 2.
- 3) Нет. Наоборот конец ядерных реакций.
- 4) Нет.
- 5) Да. Цифре 5 - - нейтральная звезда в конце жизни.

Ответ: 15

Задачи из образовательного портала «РЕШУ ЕГЭ»

Анализ данных

1. Задание 24 № 9324

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

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	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) 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.

Решение.

1) К красным сверхгигантам относят звёзды с низкой температурой (3000—5000 К) и большим радиусом (200—1500 радиусов Солнца). Бетельгейзе попадает в эту категорию.

Утверждение 1 *верно*.

2) Температура на поверхности Проциона (6900 К) больше, чем на поверхности Солнца (6000 К).

Утверждение 2 *неверно*.

3) Звёзды одного созвездия находятся на небольших *угловых расстояниях* друг от друга. Расстояния звёзд до Земли не влияют на разбиение их по созвездиям.

Утверждение 3 *неверно*.

4) Рассмотрим фрагмент классификации звёзд по спектральным классам:

Спектральный класс	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)
B	10000—30000	18	7
A	7500—10000	3,1	2,1
F	6000—7500	1,7	1,3

Учитывая массу, радиус и температуру, заключаем, что Вега попадет в спектральный класс А.

Утверждение 4 *верно*.

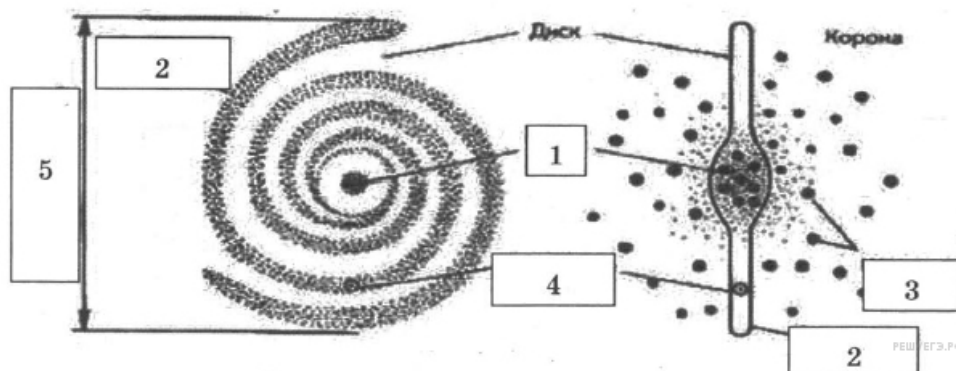
5) Температуры поверхностей Веги и Капеллы сильно различаются, они относятся к различным спектральным классам.

Утверждение 5 неверно.

Ответ: 14

2. Задание 24 № 9439

Рассмотрите схему строения спиральной Галактики (виды плашмя и с ребра).

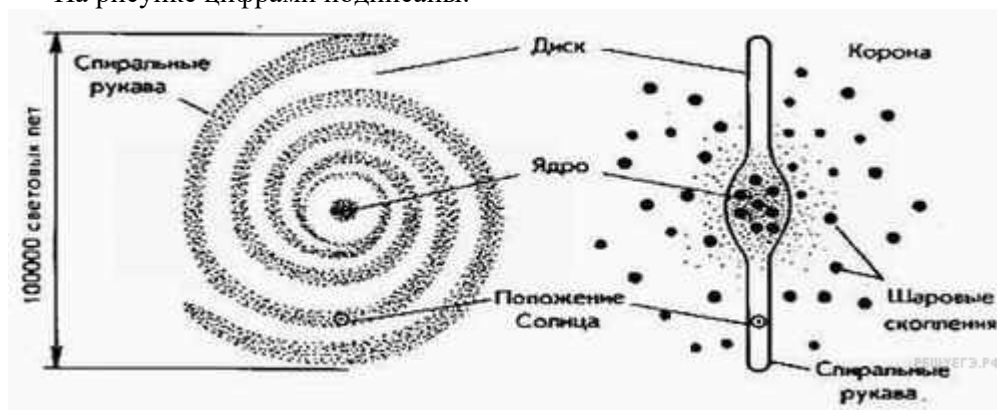


Выберите **два** утверждения, которые соответствуют элементам, обозначенным цифрами 1-5.

- 1) Цифра 1 — ядро Галактики.
- 2) Цифра 2 — скопления белых карликов на краю Галактики.
- 3) Цифра 3 — шаровые скопления.
- 4) Цифра 4 — положение созвездия Телец в спиральном рукаве.
- 5) Цифра 5 — 10 000 световых лет.

Решение.

На рисунке цифрами подписаны:



Таким образом, верными являются утверждения 1 и 3.

Ответ: 13

3. Задание 24 № 9440

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	-12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Масса Луны больше массы Ио.
- 2) Ускорение свободного падения на Тритоне примерно равно $0,79 \text{ м/с}^2$.
- 3) Сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.
- 4) Первая космическая скорость для Фобоса составляет примерно $0,08 \text{ км/с}$.
- 5) Период обращения Каллисто меньше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

Решение.

$$M = \rho V = \frac{4}{3} \pi \rho R^3.$$

1) Масса небесного тела равна $M = \frac{4}{3} \pi \rho R^3$. Поскольку и радиус, и средняя плотность Луны меньше, чем у Ио, масса Луны меньше массы Ио.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Ускорение свободного падения на небесном теле $g = G \frac{M}{R^2}$, а вторая космическая скорость $v_2 = \sqrt{2G \frac{M}{R}}$, поэтому можно выразить $g = \frac{v_2^2}{2R}$. Ускорение свободного падения на

Тритоне $g = \frac{1450^2}{2 \cdot 1350 \cdot 10^3} \approx 0,78 \text{ м/с}^2$.

Утверждение 2 *верно*.

$$F = G \frac{Mm}{r^2}.$$

3) Сила притяжения двух небесных тел равна $F = G \frac{Mm}{r^2}$. Масса Ио больше массы Европы и Ио находится ближе к Юпитеру, значит, сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.

Утверждение 3 *верно*.

4) Первая космическая скорость в $\sqrt{2}$ раз меньше второй. Первая космическая скорость для Фобоса $\frac{11 \text{ м/с}}{\sqrt{2}} \approx 8 \text{ м/с} = 0,008 \text{ км/с}$.

Утверждение 4 *неверно*.

5) Каллисто находится дальше от Юпитера, чем Европа, поэтому по третьему закону Кеплера период обращения Каллисто больше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 23

4. Задание 24 № 9441

Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

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.

- 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.

Решение.

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

1) Светимость звезды связана с её температурой и радиусом соотношением (светимость и радиус выражены в единицах Солнца). Светимость

$$L = 45^2 \left(\frac{3500}{6000} \right)^4 \approx 234.$$

Альдебарана величина $M = 5 - 2,5 \lg L \approx -0,9$. Его абсолютная звёздная величина от -5^m до -12^m . Альдебаран не является сверхгигантом. (По классификации он относится к нормальным гигантам.)

Утверждение 1 *неверно*.

2) Спектральный класс определяется спектром звезды. Он в первую очередь зависит от температуры звезды. Альдебаран и Эльнат имеют разную температуру и относятся к разным спектральным классам.

Утверждение 2 *неверно*.

3) Бетельгейзе, имея температуру 3100 К, относится к красным звёздам спектрального класса М.

Утверждение 3 *верно*.

4) Звёзды одного созвездия находятся на небольших *угловых расстояниях* друг от друга, при этом они могут находиться на существенно разных расстояниях от Солнца. (В астрономических справочниках указано, что Альдебаран находится на расстоянии 65 св. лет, а Эльнат — 130 св. лет от Солнца.)

Утверждение 4 *неверно*.

5) Температура на поверхности Солнца (6000 К) больше, чем температура на поверхности звезды Капелла (5200 К).

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 35

5. Задание 24 № 9442

Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

1) Средняя плотность Венеры меньше средней плотности Земли.

2) Центростремительное ускорение Юпитера при его вращении вокруг Солнца больше центростремительного ускорения Марса.

3) Первая космическая скорость для Нептуна меньше, чем для Урана.

4) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет примерно 4 м/с^2 .

5) Сила притяжения Сатурна к Солнцу больше, чем у Юпитера.

Решение.

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{6M}{\pi D^3}.$$

1) Средняя плотность планеты ρ — отношение средней плотности Венеры к средней плотности Земли

$$\frac{\rho}{\rho_{\oplus}} = \frac{M/M_{\oplus}}{(D/D_{\oplus})^3} = \frac{0,82}{0,95^3} \approx 0,96$$

меньше единицы. Значит, средняя плотность Венеры меньше средней плотности Земли.

Утверждение 1 *верно*.

$$a_{ц.с.} = G \frac{M_{\odot}}{r^2}.$$

2) Центробежное ускорение планеты Юпитер расположен дальше от Солнца, чем Марс, поэтому центробежное ускорение Юпитера при его вращении вокруг Солнца меньше центробежного ускорения Марса.

Утверждение 2 *неверно*.

$$v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}.$$

3) Первая космическая скорость Масса Нептуна больше массы Урана, а радиус Нептуна меньше радиуса Урана, значит, первая космическая скорость для Нептуна больше, чем для Урана.

Утверждение 3 *неверно*.

$$g = G \frac{M}{R^2} = G \frac{4M}{D^2}.$$

4) Ускорение свободного падения на планете на Меркурии по отношению к земному Ускорение свободного падения

$$\frac{g}{g_{\oplus}} = \frac{M/M_{\oplus}}{(D/D_{\oplus})^2} = \frac{0,06}{0,38^2} \approx 0,42.$$

И значит, $g = 0,42g_{\oplus} \approx 4,1 \text{ м/с}^2$.

Утверждение 4 *верно*.

$$F = G \frac{MM_{\odot}}{r^2}.$$

5) Сила притяжения планеты к Солнцу Масса Сатурна меньше массы Юпитера и Сатурн расположен дальше от Солнца, чем Юпитер, поэтому сила притяжения Сатурна к Солнцу меньше, чем у Юпитера.

Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 14

6. Задание 24 № 9443

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- Ио находится дальше от поверхности Юпитера, чем Каллисто.
- Объем Тритона почти в 2 раза меньше объема Титана.
- Масса Титана больше массы Каллисто.
- Ускорение свободного падения на Ио составляет примерно 1,82 м/с².
- Первая космическая скорость для Европы примерно равна 1,64 км/с.

Решение.

- Ио находится ближе к Юпитеру, чем Каллисто.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Радиус Тритона почти в 2 раза меньше радиуса Титана, значит, объём Тритона почти в 8 раз меньше объёма Титана.

Утверждение 2 *неверно*.

3) Радиус и средняя плотность Титана больше, чем у Каллисто, значит, масса Титана больше массы Каллисто.

Утверждение 3 *верно*.

4) Ускорение свободного падения на небесном теле $g = G \frac{M}{R^2}$, а вторая космическая скорость $v_2 = \sqrt{2G \frac{M}{R}}$, поэтому можно выразить $g = \frac{v_2^2}{2R}$. Ускорение свободного падения на

$$g = \frac{2560^2}{2 \cdot 1815 \cdot 10^3} \approx 1,81 \text{ м/с}^2.$$

Утверждение 4 *верно*.

5) Первая космическая скорость для Европы равна $2040 : \sqrt{2} \approx 1440 \text{ м/с} = 1,44 \text{ км/с}$.

Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 34

7. Задание 24 № 9444

Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

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.

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.

Решение.

1) Звёзды одного созвездия находятся на *небольших угловых расстояниях* друг от друга. Расстояния звёзд до Земли не влияют на разбиение их по созвездиям.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Высокая температура, масса и радиус Ригеля позволяют отнести его сверхгигантам.

Утверждение 2 *верно*.

3) Температура на поверхности Альдебарана (3500 К) меньше, чем на поверхности Солнца (6000 К).

Утверждение 3 *неверно*.

4) Ригель относится к звёздам спектрального класса В.

Утверждение 4 *неверно*.

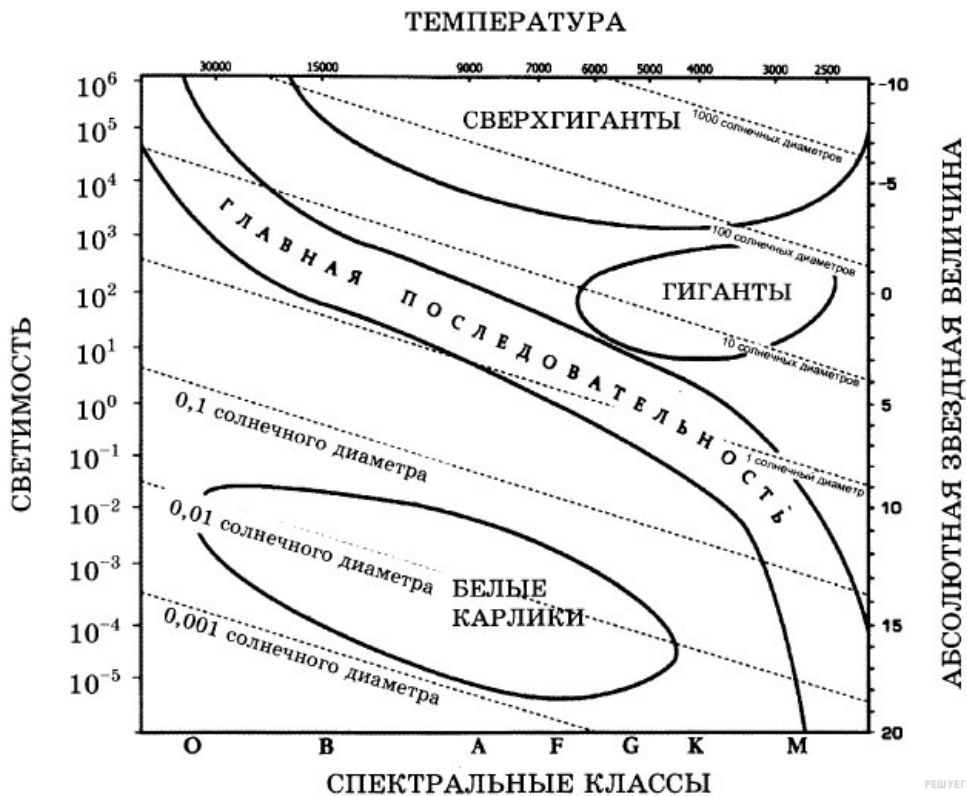
5) Температуры поверхностей Садра и Ригеля сильно различаются, они относятся к различным спектральным классам.

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 25

8. Задание 24 № 9445

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.



Выберите *два* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
- 2) Звезда Канопус относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 65 раз превышает радиус Солнца.
- 3) Температура звёзд спектрального класса G в 3 раза выше температуры звёзд спектрального класса A.
- 4) Солнце относится к спектральному классу B.
- 5) Звезда Альтаир имеет температуру поверхности 8000 К и относится к звёздам спектрального класса A.

Решение.

1) Как видно из диаграммы белые карлики имеют диаметр порядка 0,01 солнечного, а гиганты — 10 солнечных. Т. е. диаметр белых карликов в 1000 раз меньше, чем у гигантов. Чтобы иметь среднюю плотность меньше, чем у гигантов, массы белых карликов должны быть в миллиард (1000^3) раз меньше. Но это не так. Массы белых карликов сравнимы с массой Солнца, а массы гигантов только в десятки раз превышают солнечные. Таким образом, наоборот, плотность белых карликов существенно больше средней плотности гигантов.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Большой радиус Канопус позволяет отнести его к сверхгигантам.

Утверждение 2 *верно*.

3) Температура звёзд спектрального класса G меньше температуры звёзд спектрального класса A.

Утверждение 3 *неверно*.

4) Солнце с температурой поверхности 6000 К относится к спектральному классу G.

Утверждение 4 *неверно*.

5) Звезда Альтаир, имея температуру поверхности 8000 К, относится к звёздам спектрального класса A.

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 25

9. Задание 24 № 9446

Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Линейная скорость вращения по орбите у Сатурна больше, чем у Урана.
- 2) Ускорение свободного падения на Венере составляет примерно $3,1 \text{ м/с}^2$.
- 3) Угловая скорость вращения Марса относительно собственной оси вращения больше, чем у Земли.
- 4) Средняя плотность Венеры почти в 10 раз меньше средней плотности Сатурна.
- 5) Вторая космическая скорость для Нептуна больше, чем для Урана.

Решение.

$$v = \frac{2\pi r_{\text{обр}}}{T_{\text{обр}}}$$

- 1) Линейная скорость планеты равна $\frac{2\pi r_{\text{обр}}}{T_{\text{обр}}}$. Отношение скоростей Сатурна и Урана

$$\frac{v_C}{v_U} = \frac{r_C}{r_U} \cdot \frac{T_U}{T_C} = \frac{9,5}{19,2} \cdot \frac{84}{29,5} \approx 1,4$$

больше единицы. Значит, линейная скорость вращения по орбите у Сатурна больше, чем у Урана.

Утверждение 1 *верно*.

$$g = G \frac{M}{R^2} = G \frac{4M}{D^2}$$

- 2) Ускорение свободного падения на планете на Венере по отношению к земному $g = G \frac{4M}{D^2}$. Ускорение свободного падения

$$\frac{g}{g_{\oplus}} = \frac{M/M_{\oplus}}{(D/D_{\oplus})^2} = \frac{0,82}{0,95^2} \approx 0,91$$

И значит, $g = 0,91g_{\oplus} \approx 8,9 \text{ м/с}^2$.

Утверждение 2 *неверно*.

- 3) Период вращения Марса относительно собственной оси равен периоду вращения Земли (1 сутки),

$$\omega = \frac{2\pi}{T_{\text{вр}}}$$

значит, у них одинаковые угловые скорости

Утверждение 3 *неверно*.

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{6M}{\pi D^3}$$

- 4) Средняя плотность планеты $\rho = \frac{M}{V} = \frac{6M}{\pi D^3}$. Отношение средней плотности Венеры к средней плотности Сатурна

$$\frac{\rho_V}{\rho_C} = \frac{M_V}{M_C} \cdot \frac{D_C^3}{D_V^3} = \frac{0,82}{95,2} \cdot \frac{9,5^3}{0,95^3} \approx 8,6$$

больше единицы. Значит, средняя плотность Венеры больше средней плотности Сатурна.

Утверждение 4 *неверно*.

$$v_2 = \sqrt{2G \frac{M}{R}}$$

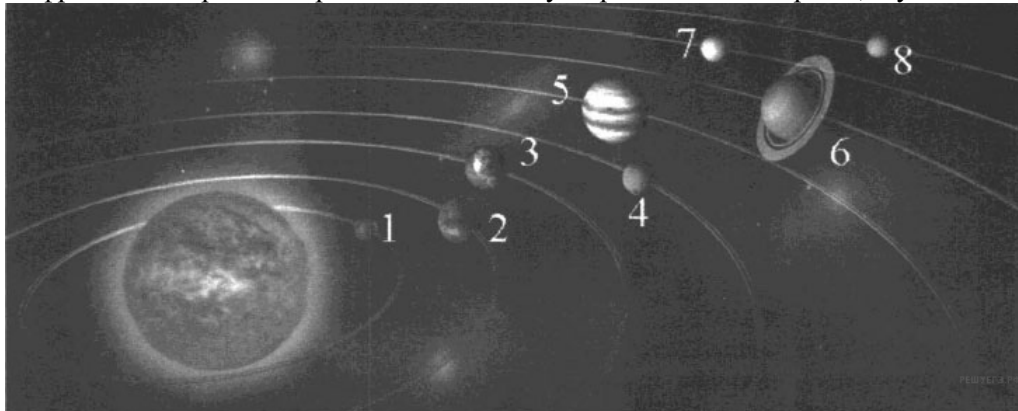
5) Вторая космическая скорость Нептуна больше радиуса Урана, значит, вторая космическая скорость для Нептуна больше, чем для Урана.

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 15

10. Задание 24 № 9447

На рисунке приведено схематическое изображение солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведенных ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



- 1) Планетой 2 является Венера.
- 2) Планета 5 относится к планетам земной группы.
- 3) Планета 3 имеет 1 спутник.
- 4) Планета 5 не имеет спутников.
- 5) Атмосфера планеты 1 состоит, в основном, из углекислого газа.

Решение.

Цифрами на рисунке обозначены: 1) Меркурий, 2) Венера, 3) Земля, 4) Марс, 5) Юпитер, 6) Сатурн, 7) Уран, 8) Нептун.

1) Утверждение 1 *верно*.

2) К планетам земной группы относятся Меркурий, Венера, Земля и Марс. Юпитер — планета-гигант. Утверждение 2 *неверно*.

3) Земля имеет один спутник — Луну. Утверждение 3 *верно*.

4) На данный момент у Юпитера известно 69 спутников. Утверждение 4 *неверно*.

5) Меркурий практически лишён атмосферы. Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 13

11. Задание 24 № 9448

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

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	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.

- 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.

Решение.

1) К спектральному классу F относятся звёзды с температурой 6000—7500 К. Звезда Спика относится к звёздам спектрального класса В.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Средняя плотность звезды $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$. Относительная плотность вещества Веги по сравнению с солнечной составляет

$$\frac{\rho}{\rho_{\odot}} = \frac{M/M_{\odot}}{(R/R_{\odot})^3} = \frac{3}{3^3} \approx 0,111.$$

И значит, $\rho = 0,111 \cdot 1,4 \approx 0,16$ г/см³.

Утверждение 2 *неверно*.

3) Звёзды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Солнца (45 св. лет).

Утверждение 3 *верно*.

4) Вега и Кастор находятся на разном расстоянии от Земли (Вега ближе), и при примерно одинаковой температуре и массе у них разные радиусы и, следовательно, разная светимость (светимость Веги больше). Таким образом, у Веги и Кастора разные видимые звёздные величины ($+0^m$ у Веги и $+2^m$ у Кастора).

Утверждение 4 *неверно*.

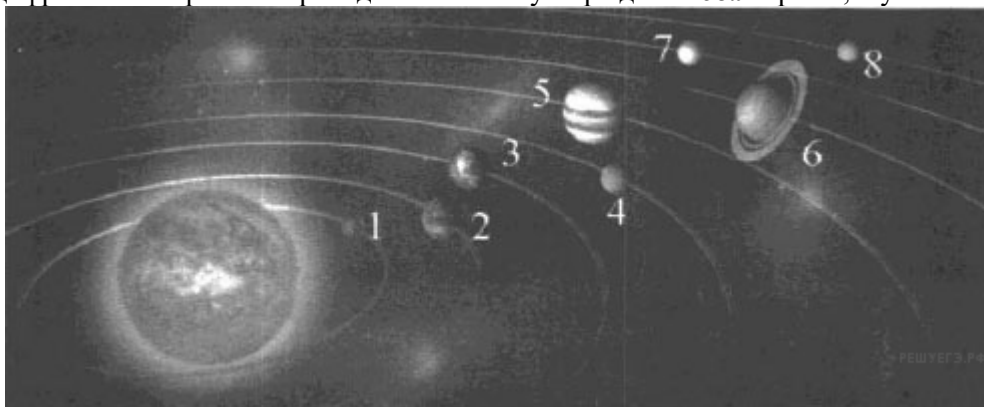
5) Температура поверхности и радиус Альдебарана говорят о том, что эта звезда относится к гигантам.

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 35

12. Задание 24 № 9449

На рисунке приведено схематическое изображение солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведенных ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



- 1) Сатурн на рисунке обозначен цифрой 4.
 2) Атмосфера планеты 2 состоит, в основном, из углекислого газа.
 3) Период обращения вокруг Солнца планет 3 и 4 практически одинаковы.
 4) Планета 5 имеет большое количество спутников.
 5) Планета 4 относится к планетам-гигантам.

Решение.

Цифрами на рисунке обозначены: 1) Меркурий, 2) Венера, 3) Земля, 4) Марс, 5) Юпитер, 6) Сатурн, 7) Уран, 8) Нептун.

1) Утверждение 1 *неверно*.

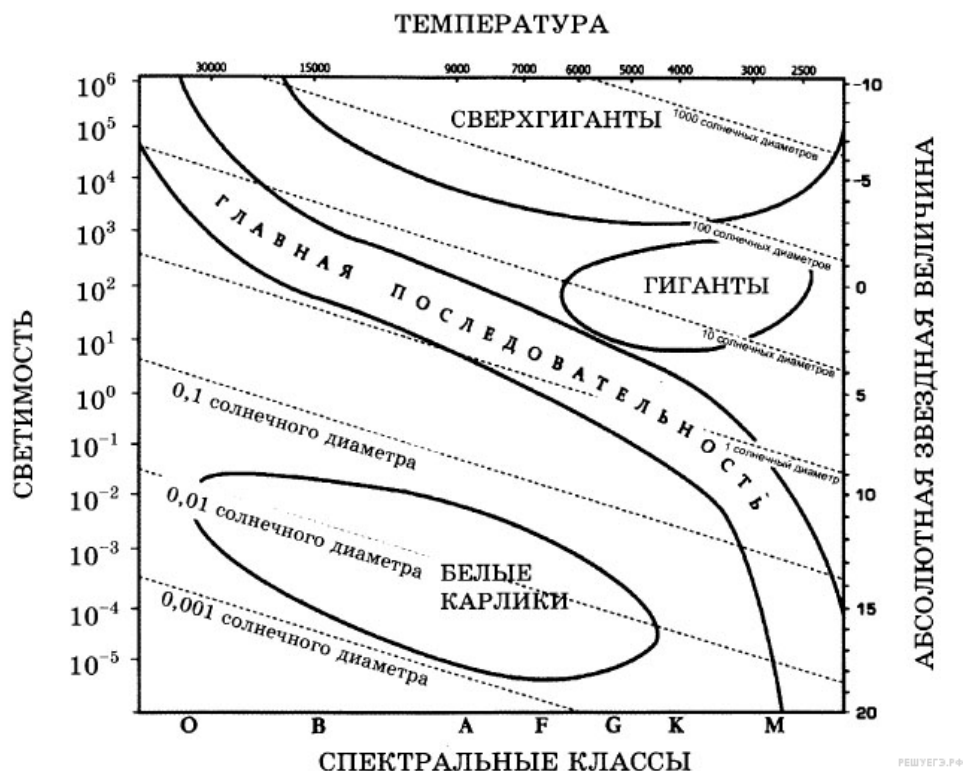
2) Атмосфера Венеры состоит, в основном, из углекислого газа. Утверждение 2 *верно*.

- 3) Земля и Марс имеют разные периоды обращения вокруг Солнца. Утверждение 3 *неверно*.
 4) На данный момент у Юпитера известно 69 спутников. Утверждение 4 *верно*.
 5) Марс — планета земной группы, он не является планетой-гигантом. Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 24

13. Задание 24 № 9450

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга — Рассела.



Выберите **два** утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.
- 2) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса К главной последовательности более короткий, чем звезды спектрального класса В главной последовательности.
- 3) Звёзды-сверхгиганты имеют очень большую среднюю плотность.
- 4) Звезда Денеб имеет температуру поверхности 8550 К и относится к звездам спектрального класса М.
- 5) Звезда 40 Эридана В относится к белым карликам, поскольку её масса составляет 0,5 массы Солнца.

Решение.

1) Линия на диаграмме, соответствующая 1000 солнечных диаметров, находится в области сверхгигантов. Бетельгейзе относится к сверхгигантам.

Утверждение 1 *верно*.

2) Из диаграммы видно, что звезда спектрального класса К главной последовательности имеет сравнимую с солнечной светимость (10^0), а светимость звезды спектрального класса В главной последовательности в тысячи (10^3) раз превышает солнечную. Значит, звезда спектрального класса В быстрее тратит свою внутреннюю энергию и имеет более короткий «жизненный цикл».

Утверждение 2 *неверно*.

3) Как видно из диаграммы сверхгиганты имеют диаметры равные 100 — 1000 солнечным диаметрам. Это значит, их объёмы миллионы и миллиарды раз превышают объём Солнца. При массе в десятки и сотни масс Солнца сверхгиганты имеют очень низкие средние плотности.

Утверждение 3 *неверно*.

4) К спектральному классу М относятся звёзды с температурой 2000 — 3500 К. Денеб с температурой поверхности 8550 К относится к спектральному классу А.

Утверждение 4 *неверно*.

5) Звезда 40 Эридана В относится к белым карликам.

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 15

14. Задание 24 № 9451

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

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	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.

- 1) Звезда Процион относится к белым карликам.
- 2) Расстояние до Альтаира в 8 раз больше расстояния до Капеллы.
- 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.

Решение.

1) К белым карликам относятся звёзды с диаметрами в сотни раз меньше Солнца. Процион не является белым карликом.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Расстояние до Альтаира (360 св. лет) в 8 раз больше расстояния до Капеллы (45 св. лет).

Утверждение 2 *верно*.

3) Звезды Кастор и Капелла имеют разную температуру и относятся к разным спектральным классам.

Утверждение 3 *неверно*.

4) Температура, масса и радиус Капеллы близки к солнечным. Капелла является звездой типа Солнце.

Утверждение 4 *верно*.

5) Средняя плотность звезды $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$. Относительная плотность Альдебарана по сравнению с солнечной составляет

$$\frac{\rho}{\rho_{\odot}} = \frac{M/M_{\odot}}{(R/R_{\odot})^3} = \frac{5}{45^3} \approx 5,5 \cdot 10^{-5}.$$

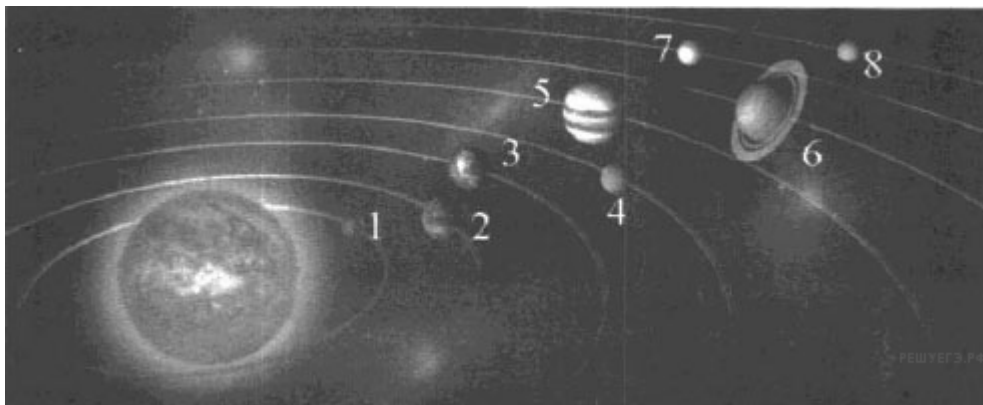
Плотность Альдебарана в десятки тысяч раз меньше плотности Солнца.

Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 24

15. Задание 24 № 9452

На рисунке приведено схематическое изображение солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведенных ниже утверждений *два* верных, и укажите их номера.



- 1) Планета 5 состоит, в основном, из твердых веществ.
- 2) Температура на планете 4 колеблется от -70°C до 0°C .
- 3) Планета 2 не имеет спутников.
- 4) Плотность планеты 7 близка к плотности Земли.
- 5) Планета 6 не имеет атмосферы.

Решение.

Цифрами на рисунке обозначены: 1) Меркурий, 2) Венера, 3) Земля, 4) Марс, 5) Юпитер, 6) Сатурн, 7) Уран, 8) Нептун.

- 1) Юпитер (планета-гигант) состоит, в основном, из газообразных веществ. Утверждение 1 *неверно*.
- 2) Температура на Марсе колеблется от -70°C до 0°C . Утверждение 2 *верно*.
- 3) Венера не имеет спутников. Утверждение 3 *верно*.
- 4) Плотность Урана в 2,5 раза меньше плотности Земли. Утверждение 4 *неверно*.
- 5) Сатурн имеет мощную протяжённую атмосферу. Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 23

16. Задание 24 № 9516

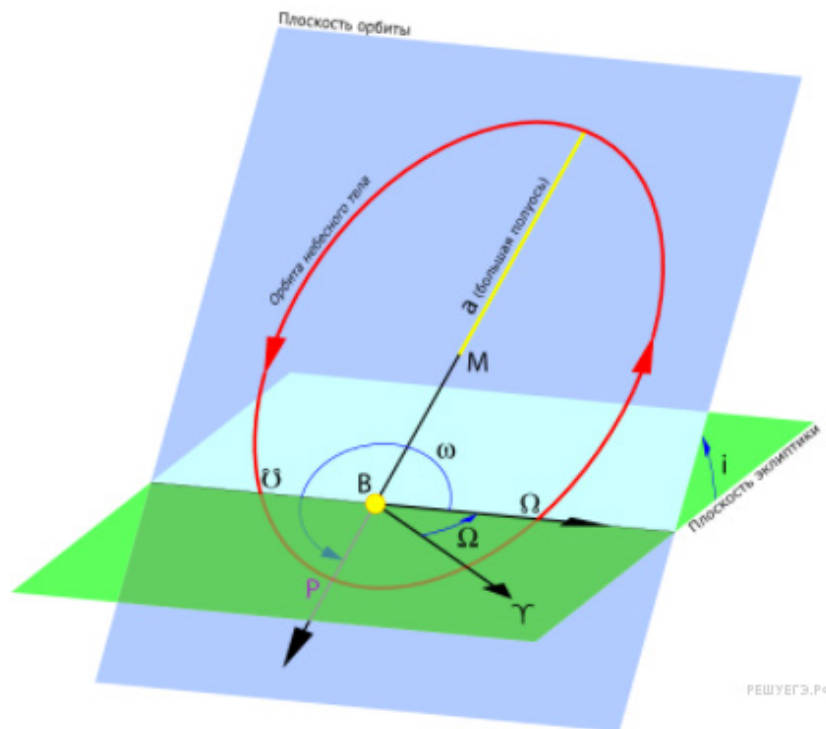
Вам даны элементы орбит некоторых астероидов.

№	Название	Большая полуось, а. е.	Эксцентриситет**	Наклонение орбиты, °
1	Дамокл	12	0,87	62
2	Харикло	16	0,17	23
3	Кибела	3,4	0,11	3,6
4	Касталия	1,1	0,48	8,9
5	Астрея	2,6	0,19	5,4
6	Гектор	5,2	0,022	18
7	1992 QB1	44	0,066	2,2

Выберите два утверждения, которые соответствуют приведённым астероидам.

- 1) Астероид Харикло движется между орбитами Сатурна и Урана.
- 2) Кибела, Касталия и Астрея – все астероиды главного пояса.
- 3) Дамокл выше всех поднимается над плоскостью эклиптики.
- 4) В перигелии своей орбиты Гектор более чем в два раза ближе к Солнцу, чем в афелии.
- 5) Период обращения 1992 QB1 вокруг Солнца более 300 лет.

Решение.



На рисунке изображены основные элементы орбиты космического тела. Планеты Солнечной системы движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Большая полуось — это половина главной оси эллипса (обозначается как a).

Эксцентриситет характеризует «сжатость» орбиты. Он выражается по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}},$$

где b — малая полуось. С помощью эксцентриситета может быть вычислено расстояние от центра эллипса до фокуса, которое равно по величине $\varepsilon \cdot a$.

Можно разделить внешний вид орбиты на пять групп:

$\varepsilon = 0$ — окружность; $0 < \varepsilon < 1$ — эллипс; $\varepsilon = 1$ — парабола; $1 < \varepsilon < \infty$ — гипербола; $\varepsilon = \infty$ — прямая.

Наклонение орбиты небесного тела (обозначено как i на рисунке) — это угол между плоскостью его орбиты и плоскостью орбиты Земли (плоскость эклиптики).

Далее воспользуемся справочными данными.

1) Большая полуось Харикло по величине лежит в пределах значений больших полуосей Сатурна и Урана (9,5 а.е. и 19,2 а.е. соответственно). 1 — верно.

2) Астероиды главного пояса расположены между орбитами Марса и Юпитера (значения больших полуосей 1,5 а.е. и 5,2 а.е.). По таблице видно, что Касталия не принадлежит к главному поясу. 2 — неверно.

3) Высота над эклиптикой может быть найдена по формуле

$$H = (a + e \cdot a) \sin(i).$$

Из таблицы следует, что Дамокл выше всех поднимается над плоскостью эклиптики. 3 — верно.

4) Перигелий — ближайшая к фокусу точка орбиты. Для Гектора его величина составляет

$$p = a - e \cdot a \approx 5,1 \text{ а.е.}$$

Антонимом перигелия является афелий (апогелий) — наиболее удалённая от Солнца точка орбиты. Для Гектора его величина составляет

$$af = a + e \cdot a \approx 5,3 \text{ а.е.}$$

Таким образом, 4 — неверно.
 5) По третьему закону Кеплера

$$\frac{T^2}{T_3^2} = \frac{a^3}{a_3^3},$$

где $T_3 = 1$ год, $a_3 = 1$ а. е. — период обращения и большая полуось Земли.

Отсюда период обращения 1992 QB1 составляет 292 года. 5 — неверно.

Ответ: 13.

17. Задание 24 № 9548

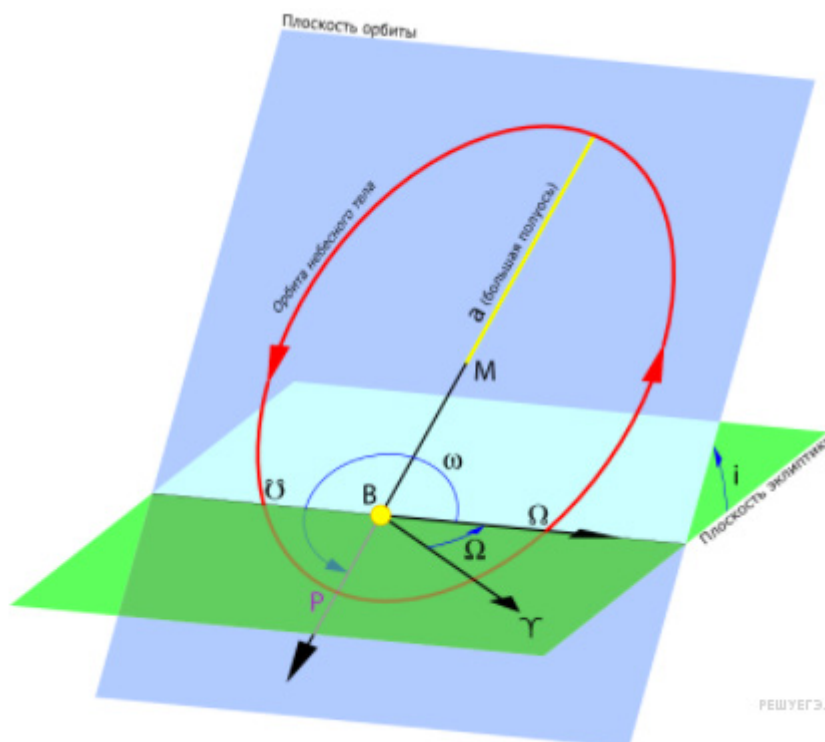
Вам даны элементы орбит некоторых астероидов.

№	Название	Большая полуось, а. е.	Эксцентриситет	Наклонение орбиты, °
1	1999 XS35	18	0,95	19
2	2004 YH32	8,2	0,56	79
3	Диоретса	24	0,9	160
4	Атира	0,74	0,32	26
5	Флора	2,2	0,16	5,9
6	Гектор	5,2	0,022	18
7	Иксион	40	0,24	20

Выберите два утверждения, которые соответствуют приведённым астероидам.

- 1) 2004 YH32 принадлежит поясу Койпера.
- 2) В этом списке только у одного астероида период обращения вокруг Солнца больше 100 лет.
- 3) Атира ближе всех подходит к Солнцу.
- 4) 21999 XS35 выше всех поднимается над плоскостью эклиптики.
- 5) Диоретса обращается вокруг Солнца по ретроградной орбите (в сторону, противоположную движению Земли).

Решение.



На рисунке изображены основные элементы орбиты космического тела. Планеты Солнечной системы движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Большая полуось — это половина главной оси эллипса (обозначается как a).

Эксцентриситет характеризует «сжатость» орбиты. Он выражается по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}},$$

где b — малая полуось. С помощью эксцентриситета может быть вычислено расстояние от центра эллипса до фокуса, которое равно по величине $\varepsilon \cdot a$.

Можно разделить внешний вид орбиты на пять групп:

$\varepsilon = 0$ — окружность; $0 < \varepsilon < 1$ — эллипс; $\varepsilon = 1$ — парабола; $1 < \varepsilon < \infty$ — гипербола; $\varepsilon = \infty$ — прямая.

Наклонение орбиты небесного тела (обозначено как i на рисунке) — это угол между плоскостью его орбиты и плоскостью орбиты Земли (плоскость эклиптики).

Далее воспользуемся справочными данными.

1) Поясу Койпера — область Солнечной системы от орбиты Нептуна (30 а. е. от Солнца) до расстояния около 55 а. е. от Солнца. 2004 УН32 не принадлежит поясу Койпера. 1 — неверно.

2) По третьему закону Кеплера

$$\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3},$$

где $T_{\oplus} = 1$ ГОД, $a_{\oplus} = 1$ а. е. — период обращения и большая полуось Земли.

Чтобы период обращения небесного тела был больше чем 100 лет, необходимо чтобы его большая полуось была больше чем 21,5 а. е.

Таким параметром обладают сразу два астероида из таблицы — Диоретса и Иксион. 2 — неверно.

3) Перигелий — ближайшая к фокусу точка орбиты. Его можно вычислить по формуле:

$$p = (1 - \varepsilon)a.$$

Из представленного списка Атира ближе всех подходит к Солнцу. 3 — верно.

4) Высота над эклиптикой может быть найдена по формуле

$$H = (1 + \varepsilon)a \sin(i).$$

Из таблицы следует, что Иксион выше всех поднимается над плоскостью эклиптики. 4 — неверно.

5) Так как наклонение орбиты Диоретса больше 90° , то из этого следует, что она обращается вокруг Солнца по ретроградной орбите (в сторону, противоположную движению Земли). 5 — верно.

Ответ: 35.

18. Задание 24 № 9751

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.

Решение.

Звёздная величина — безразмерная числовая характеристика яркости объекта, обозначаемая буквой m . Обычно понятие применяется к небесным светилам. Звёздная величина характеризует поток

энергии от рассматриваемого светила (энергию всех фотонов в секунду) на единицу площади. Таким образом, видимая звёздная величина зависит и от физических характеристик самого объекта (то есть светимости), и от расстояния до него. Причем 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 $100^{1/5} \approx 2,512$ раза.

Найдем верные утверждения.

1) Если вторая звезда расположена в 10 раз ближе к нам, то световой поток от нее будет сильнее в 100 раз и видимые звездные величины от обеих звезд будут равны. 1 — верно.

2) Чем меньше видимая звездная величина, тем ярче должна быть звезда. Второе условие противоречит условиям задачи. 2 — неверно.

3) Если звезды расположены рядом, то видимая звездная величина второй звезды больше на 5 единиц и равна приблизительно 10, что означает что такую звезду не будет видно невооруженным взглядом (невооруженным взглядом видны звезды с видимой звездной величиной меньше чем 6). 3 — верно.

4) Уточнение «видимая» указывает только на то, что эта звёздная величина наблюдается с Земли. Оно не указывает на видимый диапазон: видимыми называют и величины, измеренные в инфракрасном или каком-либо другом диапазоне. Соответственно мы ничего не можем сказать о виде звезд. 4 — неверно.

5) Ровно так же как и в предыдущем пункте мы ничего не можем сказать о температуре звезд. 5 — неверно.

Ответ: 13.

19. Задание 24 № 9783

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.

Решение.

Звёздная величина (блеск) — безразмерная числовая характеристика яркости объекта, обозначаемая буквой m . Обычно понятие применяется к небесным светилам. Звёздная величина характеризует поток энергии от рассматриваемого светила (энергию всех фотонов в секунду) на единицу площади. Таким образом, видимая звёздная величина зависит и от физических характеристик самого объекта (то есть светимости), и от расстояния до него. Причем 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 $100^{1/5} \approx 2,512$ раза.

Найдем верные утверждения.

Так как по условию звезды одинаковы, а суммарная видимая звездная величина двух звезд меньше чем звездная величина первой звезды (то есть вместе они видны лучше чем по отдельности), то звезды находятся на разных расстояниях (3 — неверно) и как следствие обладают разным блеском (1 — неверно). Кроме того, вторая звезда должна быть дальше первой (должна обладать большей видимой звездной величиной. 2 — неверно), так как их общая видимая звездная величина не сильно отличается

от видимой звездной величины первой звезды (4 — верно). Если мы приблизим каждую из звезд к нам в 10 раз, то соответствующий энергетический поток возрастет в 100 раз и как следствие видимая звездная величина уменьшится на 5 пунктов и станет равной нулю (5 — верно).

Ответ: 45.

Расчетная задача.

1. Задание 24 № 9389

Определите высоту звезды Капеллы (α Возничего) в верхней кульминации на северном тропике ($\varphi = +23^\circ 27'$). Склонение Капеллы $\delta = +45^\circ 58'$.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+45^\circ 58'$ укажите 4558.

Решение.

Поскольку географическая широта местности меньше склонения звезды ($\varphi < \delta$), она в верхней кульминации находится к северу от зенита на высоте

$$h = 90^\circ - \delta + \varphi = 90^\circ - 45^\circ 58' + 23^\circ 27' = 67^\circ 29'.$$

Ответ: 6729

2. Задание 24 № 9390

Определите высоту звезды Капеллы (α Возничего) в верхней кульминации на северном полярном круге ($\varphi = +66^\circ 33'$). Склонение Капеллы $\delta = +45^\circ 58'$.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+45^\circ 58'$ укажите 4558.

Решение.

Поскольку географическая широта местности больше склонения звезды ($\varphi > \delta$), она в верхней кульминации находится к югу от зенита на высоте

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 66^\circ 33' + 45^\circ 58' = 69^\circ 25'.$$

Ответ: 6925

3. Задание 24 № 9391

Определите высоту звезды Капеллы (α Возничего) в нижней кульминации на северном тропике ($\varphi = +23^\circ 27'$). Склонение Капеллы $\delta = +45^\circ 58'$.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+45^\circ 58'$ укажите 4558.

Решение.

Высота звезды в нижней кульминации рассчитывается по формуле

$$h = \delta - (90^\circ - \varphi) = 45^\circ 58' - (90^\circ - 23^\circ 27') = -20^\circ 35',$$

т. е. в нижней кульминации Капелла заходит за горизонт.

Ответ: -2035

4. Задание 24 № 9392

Определите высоту звезды Капеллы (α Возничего) в нижней кульминации на северном полярном круге ($\varphi = +66^\circ 33'$). Склонение Капеллы $\delta = +45^\circ 58'$.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+45^{\circ}58'$ укажите 4558.

Решение.

Высота звезды в нижней кульминации рассчитывается по формуле

$$h = \delta - (90^{\circ} - \varphi) = 45^{\circ}58' - (90^{\circ} - 66^{\circ}33') = 22^{\circ}31',$$

т. е. на северном полярном круге Капелла является незаходящей звездой.

Ответ: 2231

5. Задание 24 № 9393

На какой минимальной географической широте звезда Капелла (α Возничего) не заходит за горизонт. Склонение Капеллы $\delta = +45^{\circ}58'$.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+45^{\circ}58'$ укажите 4558.

Решение.

Условием не захождения звезды за горизонт является неравенство

$$\varphi \geq 90^{\circ} - \delta = 90^{\circ} - 45^{\circ}58' = 44^{\circ}02'.$$

Капелла является незаходящей звездой на географической широте с $\varphi = +44^{\circ}02'$ и севернее, вплоть до северного полюса Земли ($\varphi = +90^{\circ}$).

Ответ: 4402

6. Задание 24 № 9394

Определите полуденную высоту Солнца в Петрозаводске ($\varphi = +61^{\circ}47'$) в день летнего солнцестояния.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+61^{\circ}47'$ укажите 6147.

Решение.

В день летнего солнцестояния склонение Солнца $\delta = +23^{\circ}27'$. Полуденная высота Солнца равна

$$h = 90^{\circ} - \varphi + \delta = 90^{\circ} - 61^{\circ}47' + 23^{\circ}27' = 51^{\circ}40'.$$

Ответ: 5140

7. Задание 24 № 9395

Определите полуденную высоту Солнца в Петрозаводске ($\varphi = +61^{\circ}47'$) в день зимнего солнцестояния.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+61^{\circ}47'$ укажите 6147.

Решение.

В день зимнего солнцестояния склонение Солнца $\delta = -23^{\circ}27'$. Полуденная высота Солнца равна

$$h = 90^{\circ} - \varphi + \delta = 90^{\circ} - 61^{\circ}47' - 23^{\circ}27' = 4^{\circ}46'.$$

Ответ: 446

8. Задание 24 № 9396

Определите полуденную высоту Солнца в Душанбе ($\varphi = +38^{\circ}33'$) в день летнего солнцестояния.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+38^{\circ}33'$ укажите 3833.

Решение.

В день летнего солнцестояния склонение Солнца $\delta = +23^{\circ}27'$. Полуденная высота Солнца равна

$$h = 90^{\circ} - \varphi + \delta = 90^{\circ} - 38^{\circ}33' + 23^{\circ}27' = 74^{\circ}54'.$$

Ответ: 7454

9. Задание 24 № 9397

Определите полуденную высоту Солнца в Душанбе ($\varphi = +38^{\circ}33'$) в день зимнего солнцестояния.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+38^{\circ}33'$ укажите 3833.

Решение.

В день зимнего солнцестояния склонение Солнца $\delta = -23^\circ 27'$. Полуденная высота Солнца равна

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta = 90^\circ - 38^\circ 33' - 23^\circ 27' = 28^\circ 00'.$$

Ответ: 2800

10. Задание 24 № 9398

В некоторой местности в день летнего солнцестояния в полдень Солнце находится на юге на высоте $72^\circ 50'$. Определите полуденную высоту Солнца в этой местности в день зимнего солнцестояния.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $72^\circ 50'$ укажите 7250.

Решение.

Поскольку в день летнего солнцестояния в полдень Солнце находится на юге, значит, местность находится севернее северного тропика и в день зимнего солнцестояния в полдень Солнца также будет находиться на юге. Склонение Солнца изменяется от $\delta = +23^\circ 27'$ в день летнего солнцестояния до $\delta = -23^\circ 27'$ в день зимнего солнцестояния. Полуденная высота Солнца в день зимнего солнцестояния составит

$$h = 72^\circ 50' - 2 \cdot 23^\circ 27' = 25^\circ 56'.$$

Ответ: 2556

11. Задание 24 № 9415

Определите синодический период обращения малой планеты Поэзии, если большая полуось её орбиты равна 3,12 а. е. Ответ дайте в годах с точностью до сотых.

Решение.

По третьему закону Кеплера

$$\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3},$$

где $T_{\oplus} = 1$ год, $a_{\oplus} = 1$ а. е. — звёздный период обращения и большая полуось Земли. Из этого соотношения находим звёздный период обращения Поэзии:

$$T = \sqrt{a^3} = \sqrt{3,12^3} \approx 5,51 \text{ года.}$$

Так как $a > a_{\oplus}$, планета является внешней, поэтому её синодический период обращения определяется из формулы

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T} \Leftrightarrow S = \frac{TT_{\oplus}}{T - T_{\oplus}} = \frac{5,51 \cdot 1}{5,51 - 1} \approx 1,22 \text{ года.}$$

Ответ: 1,22

12. Задание 24 № 9416

Первый спутник планеты Юпитера — Ио обращается вокруг неё за 42 ч 28 мин на среднем расстоянии 421,8 тыс. км. С каким периодом обращается вокруг Юпитера его спутник Европа, большая полуось орбиты которого равна 671,1 тыс. км. Ответ дайте в часах с точностью до десятых.

Решение.

Для спутников, как и для планет, справедлив третий закон Кеплера (42 ч 28 мин \approx 42,47 ч):

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Leftrightarrow T_2 = T_1 \sqrt{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3} = 42,47 \cdot \sqrt{\left(\frac{671,1}{421,8}\right)^3} \approx 85,2 \text{ ч.}$$

Ответ: 85,2

13. Задание 24 № 9417

Первый спутник планеты Юпитера — Ио обращается вокруг неё за 42 ч 28 мин на среднем расстоянии 421,8 тыс. км. С каким периодом обращается вокруг Юпитера его спутник Ганимед, большая полуось орбиты которого равна 1070 тыс. км. Ответ дайте в часах с точностью до десятых.

Решение.

Для спутников, как и для планет, справедлив третий закон Кеплера (42 ч 28 мин \approx 42,47 ч):

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Leftrightarrow T_2 = T_1 \sqrt{\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3} = 42,47 \cdot \sqrt{\left(\frac{1070}{421,8}\right)^3} \approx 171,6 \text{ ч.}$$

Ответ: 171,6

14. Задание 24 № 9418

У кометы, проходившей недалеко от Земли, горизонтальный параллакс был $p = 14,5''$, а видимая длина хвоста $\alpha = 8^\circ$. Вычислите нижний предел длины хвоста кометы. (Ответ дайте в млн км, округлив до десятых. Радиус Земли примите равным 6378 км.)

Решение.

Расстояние кометы от Земли может быть найдено по формуле

$$r = \frac{206265''}{p} R_{\oplus} = \frac{206265''}{14,5''} \cdot 6378 \approx 90,73 \cdot 10^6 \text{ км} = 90,73 \text{ млн км.}$$

Наблюдатель видит проекцию хвоста кометы на небесную сферу. Нижний предел длины хвоста

$$l = r \sin \alpha = 90,73 \cdot \sin 8^\circ \approx 12,6 \text{ млн км.}$$

Ответ: 12,6

15. Задание 24 № 9419

Найдите массу Юпитера по движению его спутника Ио, обращающегося вокруг планеты с периодом 1,769 сут по круговой орбите на расстоянии 421,6 тыс. км. Известно, что период обращения Луны вокруг Земли равен 27,32 сут, большая полуось лунной орбиты — 384,4 тыс. км, а масса Луны составляет 1/81 массы Земли. (Ответ дайте в массах Земли, округлив до целого числа.)

Решение.

Согласно уточнённому третьему закону Кеплера

$$\frac{T_{\text{Ио}}^2}{T_{\text{Л}}^2} \cdot \frac{M + m_{\text{Ио}}}{M_{\oplus} + m_{\text{Л}}} = \frac{a_{\text{Ио}}^3}{a_{\text{Л}}^3}.$$

Пренебрегая массой Ио $m_{\text{Ио}} \ll M$, получаем

$$\begin{aligned} \frac{M}{M_{\oplus} + \frac{1}{81}M_{\oplus}} &= \left(\frac{T_{\text{Л}}}{T_{\text{Ио}}}\right)^2 \cdot \left(\frac{a_{\text{Ио}}}{a_{\text{Л}}}\right)^3 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \frac{M}{M_{\oplus}} &= \frac{82}{81} \cdot \left(\frac{27,32}{1,769}\right)^2 \cdot \left(\frac{421,6}{384,4}\right)^3 \approx 319. \end{aligned}$$

Ответ: 319

16. Задание 24 № 9421

Вычислите первую космическую скорость на Юпитере. Масса Юпитера равна 318 масс Земли, а средний радиус — 10,9 радиуса Земли. (Ответ дайте в км/с с точностью до целого числа.)

Решение.

Первую космическую скорость на планете можно вычислить через первую космическую скорость на Земле (7,91 км/с):

$$v_1 = v_{1\oplus} \sqrt{\frac{M}{R}},$$

где M и R выражены в массах и радиусах Земли. Таким образом

$$v_1 = 7,91 \sqrt{\frac{318}{10,9}} \approx 43 \text{ км/с.}$$

Ответ: 43

17. Задание 24 № 9422

Вычислите вторую космическую скорость на Юпитере. Масса Юпитера равна 318 масс Земли, а средний радиус — 10,9 радиуса Земли. (Ответ дайте в км/с с точностью до целого числа.)

Решение.

Первую космическую скорость на планете можно вычислить через первую космическую скорость на Земле (7,91 км/с):

$$v_1 = v_{1\oplus} \sqrt{\frac{M}{R}},$$

где M и R выражены в массах и радиусах Земли.

Вторая космическая скорость в $\sqrt{2}$ раз больше первой. Таким образом

$$v_2 = 7,91 \sqrt{\frac{2 \cdot 318}{10,9}} \approx 60 \text{ км/с.}$$

Ответ: 60

18. Задание 24 № 9424

Найдите массу Марса по движению его спутника Деймоса, находящегося от планеты на среднем расстоянии 23,5 тыс. км и обращающегося вокруг Марса за 1,26 сут. Известно, что период обращения Луны вокруг Земли равен 27,32 сут, большая полуось лунной орбиты — 384,4 тыс. км, а масса Луны составляет 1/81 массы Земли. (Ответ дайте в массах Земли с точностью до сотых.)

Решение.

Согласно уточнённому третьему закону Кеплера

$$\frac{T_{\text{Д}}^2}{T_{\text{Л}}^2} \cdot \frac{M + m_{\text{Д}}}{M_{\oplus} + m_{\text{Л}}} = \frac{a_{\text{ИО}}^3}{a_{\text{Л}}^3}.$$

Пренебрегая массой Деймоса $m_{\text{Д}} \ll M$, получаем

$$\begin{aligned} \frac{M}{M_{\oplus} + \frac{1}{81}M_{\oplus}} &= \left(\frac{T_{\text{Л}}}{T_{\text{Д}}}\right)^2 \cdot \left(\frac{a_{\text{Д}}}{a_{\text{Л}}}\right)^3 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \frac{M}{M_{\oplus}} &= \frac{82}{81} \cdot \left(\frac{27,32}{1,26}\right)^2 \cdot \left(\frac{23,5}{384,4}\right)^3 \approx 0,11. \end{aligned}$$

Ответ: 0,11

19. Задание 24 № 9425

Определите относительное ускорение на поверхности Марса в сравнении с земным. Масса и радиус Марса в сравнении с земными: 0,107 и 0,533. (Ответ дайте с точностью до сотых.)

Решение.

Ускорение свободного падения на поверхности планеты

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

на поверхности Земли

$$g_0 = G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus}^2}.$$

Относительное ускорение равно

$$\frac{g}{g_0} = \frac{M/M_{\oplus}}{(R/R_{\oplus})^2} = \frac{0,107}{0,533^2} \approx 0,38.$$

Ответ: 0,38

20. Задание 24 № 9426

Определите относительное ускорение на поверхности Венеры в сравнении с земным. Масса и радиус Венеры в сравнении с земными: 0,815 и 0,950. (Ответ дайте с точностью до сотых.)

Решение.

Ускорение свободного падения на поверхности планеты

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

на поверхности Земли

$$g_0 = G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus}^2}.$$

Относительное ускорение равно

$$\frac{g}{g_0} = \frac{M/M_{\oplus}}{(R/R_{\oplus})^2} = \frac{0,815}{0,950^2} \approx 0,90.$$

Ответ: 0,90

21. Задание 24 № 9433

Видимая яркость звезды Веги (α Лир) равна $m_1 = +0,14$ и её параллакс $p_1 = 0,123''$, а у звезды β Водолея видимая яркость $m_2 = +3,07$ и параллакс $p_2 = 0,003''$. Найдите отношение светимости этих двух звёзд L_2/L_1 . (Ответ округлите до целого числа.)

Решение.

Абсолютные величины звёзд равны

$$M_1 = m_1 + 5 + 5 \lg p_1,$$

$$M_2 = m_2 + 5 + 5 \lg p_2.$$

Светимость звезды связана с абсолютной величиной соотношением

$$\lg L = 0,4(5 - M).$$

Тогда

$$\lg\left(\frac{L_2}{L_1}\right) = 0,4(M_1 - M_2) = 0,4(m_1 + 5 \lg p_1 - m_2 - 5 \lg p_2) = 0,4(m_1 - m_2) + 2 \lg\left(\frac{p_1}{p_2}\right).$$

Откуда

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^2 \cdot 10^{0,4(m_1 - m_2)} = \left(\frac{0,123''}{0,003''}\right)^2 \cdot 10^{0,4 \cdot (0,14 - 3,07)} \approx 113.$$

Ответ: 113

22. Задание 24 № 9434

Сколько звёзд нулевой видимой звёздной величины могут заменить свет, испускаемый всеми звёздами восьмой видимой звёздной величины, число которых близко к 26700. (Ответ округлите до целого числа.)

Решение.

Видимая яркость звёзды восьмой видимой звёздной величины по отношению к видимой яркости звёзды нулевой видимой звёздной величины составляет

$$\frac{I_8}{I_0} = 10^{0,4 \cdot (0 - 8)} \approx 6,31 \cdot 10^{-4}.$$

26700 звёзд восьмой видимой звёздной величины светят как $26700 \cdot 6,31 \cdot 10^{-4} \approx 17$ звёзд нулевой видимой звёздной величины.

Ответ: 17

Приложение

Физические характеристики Солнца и планет

Название	Масса		Радиусы		Плотность г/см ³	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора – к плоскости орбиты	Геоме тр. альбе до	Види мая звезд ная велич ина **
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	1,989•10 ³⁰	332 946	695 000	108,97	1,41	25,380 сут	7,25	-	-26,8
Меркурий	3,3022•10 ²³	0,05271	2 439,7	0,3825	5,42	58,646 сут	0,00	0,10	-0,1
Венера	4,8690•10 ²⁴	0,81476	6 051,8	0,9488	5,20	243,019 сут*	177,36	0,65	-4,4
Земля	5,9742•10 ²⁴	1,00000	6 378,1	1,0000	5,52	23,934 час	23,45	0,37	-
Марс	6,4191•10 ²³	0,10745	3 397,2	0,5326	3,93	24,623 час	25,19	0,15	-2,9
Юпитер	1,8988•10 ²⁷	317,94	71 492	11,209	1,33	9,924 час	3,13	0,52	-2,9
Сатурн	5,6850•10 ²⁶	95,181	60 268	9,4494	0,69	10,656 час	25,33	0,47	-0,5
Уран	8,6625•10 ²⁵	14,535	25 559	4,0073	1,32	17,24 час*	97,86	0,51	5,7
Нептун	1,0278•10 ²⁶	17,135	24 764	3,8799	1,64	16,11 час	28,31	0,41	7,8
Плутон	1,5•10 ²²	0,003	1 160	0,1819	1,1	6,387 сут*	122,52	0,3	13,7

* - обратное вращение

** - для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и наиболее близкого противостояния внешних планет.

Элементы орбит планет Солнечной системы

Гелиоцентрические оскулирующие (моментальные) элементы орбит планет для начала 2001 г. (JD = 2451920,5) по отношению к средней эклиптике и точке равноденствия эпохи J 2000.0

Планета	Среднее расстояние от Солнца a		Сидерический период обращения P		Синодический период, S , сут.	Среднее угловое движение n , град./сут.
	а. е.	млн. км	троп, лет*	сут.		
Меркурий	0,38710	57,9	0,24085	87,969	115,85	4,092356
Венера	0,72333	108,2	0,61521	224,70	583,93	1,602136
Земля**	1,00000	149,6	1,00004	365,26	-	0,985593
Марс	1,52363	227,9	1,88078	686,94	779,91	0,524062
Юпитер	5,20441	778,6	11,8677	4 334,6	398,87	0,0830528
Сатурн	9,58378	1 433,7	29,6661	10835,3	378,09	0,0332247
Уран	19,18722	2 870,4	84,048	30697,8	369,66	0,0117272
Нептун	30,02090	4491,1	164,491	60079,0	367,49	0,00599211
Плутон	39,23107	5 868,9	245,73	89751,9	366,72	0,00401106

* Тропический год = 365,242190 сут. по 86400 с СИ.

** Данные для Земли относятся к барицентру системы Земля—Луна.

Планета	Наклонение орбитальной плоскости $j, ^\circ$	Эксцентриситет орбиты e	Долгота восходящего узла $\varpi, ^\circ$	Долгота перигелия $\varpi, ^\circ$	Средняя долгота в начальную эпоху $L, ^\circ$	Средняя скорость орбитального движения, км/с
Меркурий	7,005	0,20564	48,330	77,460	348,9226	47,9
Венера	3,395	0,00676	76,678	131,709	63,5825	35,0
Земля	0,0002	0,01672	173,7	102,834	110,5560	29,8
Марс	1,850	0,09344	49,561	335,997	192,2291	24,1
Юпитер	1,304	0,04890	100,508	15,389	65,5419	13,1
Сатурн	2,486	0,05689	113,630	91,097	62,6852	9,6
Уран	0,772	0,04634	73,924	169,016	317,8806	6,8
Нептун	1,769	0,01129	131,791	51,589	307,4124	5,4
Плутон	17,165	0,24448	110,249	223,654	240,4311	4,8

Физические характеристики планет Солнечной системы

Планета	Масса (с атмосферой, но без спутников)		Средний экваториальный радиус		Сплюснутость ($R_{\text{экват.}} - R_{\text{поляр.}} / R_{\text{экват.}}$)	Средняя плотность, г/см ³
	10 ²⁴ кг	$\square\square = 1$	км	$\square = 1$		
Меркурий	0,33022	0,055274	2439,7	0,3825	0	5,43
Венера	4,8690	0,815005	6051,8	0,9488	0	5,24
Земля	5,9742	1,000000	6378,14	1,0000	0,003354	5,515
(Луна)	0,073483	0,012300	1737,4	0,2724	0,0017	3,34
Марс	0,64191	0,10745	3397	0,5326	0,006476	3,94

Юпитер	1 898,8	317,83	71492**	11,209	0,064874	1,33
Сатурн	568,50	95,159	60268**	9,4491	0,097962	1,70
Уран	86,625	14,500	25559	4,0073	0,022927	1,3
Нептун	102,78	17,204	24764	3,8826	0,017081	1,7
Плутон	0,015	0,0025	1151	0,1807	0	2

** На уровне атмосферного давления 1 бар.

Планета	Период вращения вокруг оси, дней	Наклон экватора к орбите, °	Координаты полюса вращения		Альbedo геометр.	Макс, блеск ^m	Макс, угловой диаметр, "
			□, °	□, °			
Меркурий	58,6462	0,01	281,0	61,5	0,106	-2,2	11
Венера	-243,0185	177,36	272,8	67,2	0,65	-4,7	60
Земля	0,99726963	23,44	0,0	0,0	0,367	-	-
(Луна)	27,321661	6,7	«270	-67	0,12	-12,7	1864
Марс	1,02595675	25,19	317,7	52,9	0,150	-2,0	18
Юпитер	0,41354	3,13	268,1	64,5	0,52	-2,7	47
Сатурн	0,44401	26,73	40,6	83,5	0,47	+0,7	20
Уран	-0,71833	97,77	257,3	-15,2	0,51	+5,5	3,9
Нептун	0,67125	28,32	299,4	43,0	0,41	+7,8	2,3
Плутон	-6,3872	122,54	313,0	9,1	0,3	+15,1	0,08

Примечание: параметры сидерического вращения вокруг оси указаны на 0,0 января 2001 г. Периоды указаны в сутках длительностью 86400 с СИ. Для Юпитера и Сатурна указан период вращения в системе III (связанной с магнитным полем). Знак периода указывает направление вращения. Блеск и угловой диаметр планет даны для наблюдателя на Земле. Блеск верхних планет (Марс—Плутон) указан в их среднюю оппозицию.

Планета	Момент инерции (I/MR^2)	Гравитационное ускорение (g)	Критическая скорость на поверхности, км/с	Температура, К		Атмосфера
				эффekt.	поверхн.	
Меркурий	0,324	0,38	4,2	435	90-690	практ. отсутст.
Венера	0,333	0,90	10,4	228	735	CO ₂ , N ₂
Земля	0,330	1,0	11,189	247	190-325	N ₂ , O ₂
(Луна)	0,395	0,17	2,4	275	40-395	практ. отсутст.
Марс	0,377	0,38	5,0	216	150-260	CO ₂ , N ₂
Юпитер	0,20	2,53	59,5	134		H ₂ , Ne
Сатурн	0,22	1,06	35,5	97		H ₂ , Ne
Уран	0,23	0,90	21,3	59		H ₂ , Ne
Нептун	0,26	1,14	23,5	59		H ₂ , Ne
Плутон	0,39	0,08	1,3	32	30-60	Ar, Ne, CH ₄

Примечание: гравитационное ускорение на поверхности равно GM/R_e^2 . Критическая (вторая космическая) скорость дана без учета сопротивления атмосферы.

Условия солнечного облучения и средняя продолжительность солнечных суток на планетах

	Расстояние от	Угловой диаметр	Облучение Солнцем	Солнечные
--	---------------	-----------------	-------------------	-----------

Планета	Солнца, а. е.	Солнца	относительно Земли	световое (1000лк)	зв. величина Солнца	сутки (сут)
Меркурий	0,38	1° 22' 39"	6,68	901	-28,8	175,9421
Венера	0,723	44' 45"	1,91	258	-27,4	116,7490
Земля	1,000	31 '59"	1,00	135	-26,7	1,0000
Марс	1,524	20' 59"	0,431	58,2	-25,8	1,0275
Юпитер	5,204	6' 09"	0,0370	4,98	-23,1	0,41358
Сатурн	9,584	3' 20"	0,0110	1,48	-21,8	0,44403
Уран	19,187	1' 40"	0,0027	0,366	-20,3	0,71835
Нептун	30,021	1'04"	0,0011	0,148	-19,3	0,67126
Плутон	39,231	49"	0,0006	0,088	-18,7	6,38766