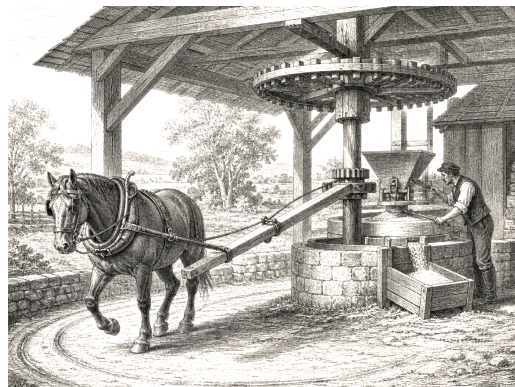


7 класс

1 Год электрической лошади

С давних времён люди использовали лошадей для тяжёлой работы: вспашки земли, перевозки и передвижения грузов, молотбы и мукомолья. В 1784 году инженер Джеймс Уатт (Ватт) создал первую универсальную паровую машину. Для того, чтобы объяснить покупателям преимущества своего изобретения, в качестве единицы измерения мощности он предложил *лошадиную силу*.



По сей день лошадиные силы используются при описании характеристик двигателей (автомобиля, мотоцикла, газонокосилки и т. п.).

К концу XIX века для обеспечения единства измерений была принята метрическая единица измерения мощности — *ватт*, названная в честь Дж. Уатта. 1 ватт определяют как мощность, при которой за 1 секунду времени совершается работа в 1 джоуль. Для лошадиной силы при этом приняты различные определения, например,

$$1 \text{ электрическая лошадиная сила} = 1 \text{ э. л. с.} = 746 \text{ Вт.}$$

- Выразите светимость (мощность излучения) Солнца в э. л. с.
- Рассчитайте суммарную мощность солнечного излучения, попадающего на нашу планету, в э. л. с.

Подсказка. Площадь сферы радиусом R есть $S = 4\pi R^2$, где $\pi \approx 3.14$.

2 Задача для перфекционистов

В звёздном скоплении Абсолютного Порядка вокруг звезды, расположенной точно в центре скопления, по идеально круговой орбите с периодом 1 000.0 планетных суток обращается идеально шарообразная планета, экватор которой наклонен ровно на 45.0° к плоскости орбиты. С Северного полюса планеты в самую тёмную ночь года видно ровно 8 000 звёзд. Сколько звёзд доступно для наблюдения хоть в какой-то момент в течение года для наблюдателя на широте 86.0° с. ш.? Влиянием атмосферы пренебрегите, звёзды считайте равномерно распределёнными по небу планеты.

Подсказка. Площадь небесной сферы составляет около 41 250 квадратных градусов.

3 Таинственный остров

На рис. 1 изображена карта таинственного острова из одноимённого романа Жюль Верна. После некоторых загадочных событий на этом острове оказался рассеянный мальчик Авокадий из Уфы (часовой пояс UT + 5). На руке мальчик обнаружил идущие по домашнему времени механические часы со стрелками, а в кармане — металлическую линейку. На берегу Авокадий нашёл ровную метровую палку и воткнул её вертикально в землю.

- Определите, когда *сегодня* (6 мая) наступил или наступит местный солнечный полдень по часам Авокадия.
- Оцените длину тени палки в момент сегодняшнего местного полудня (при условии хорошей погоды).
- Какой океан омывает берега таинственного острова?

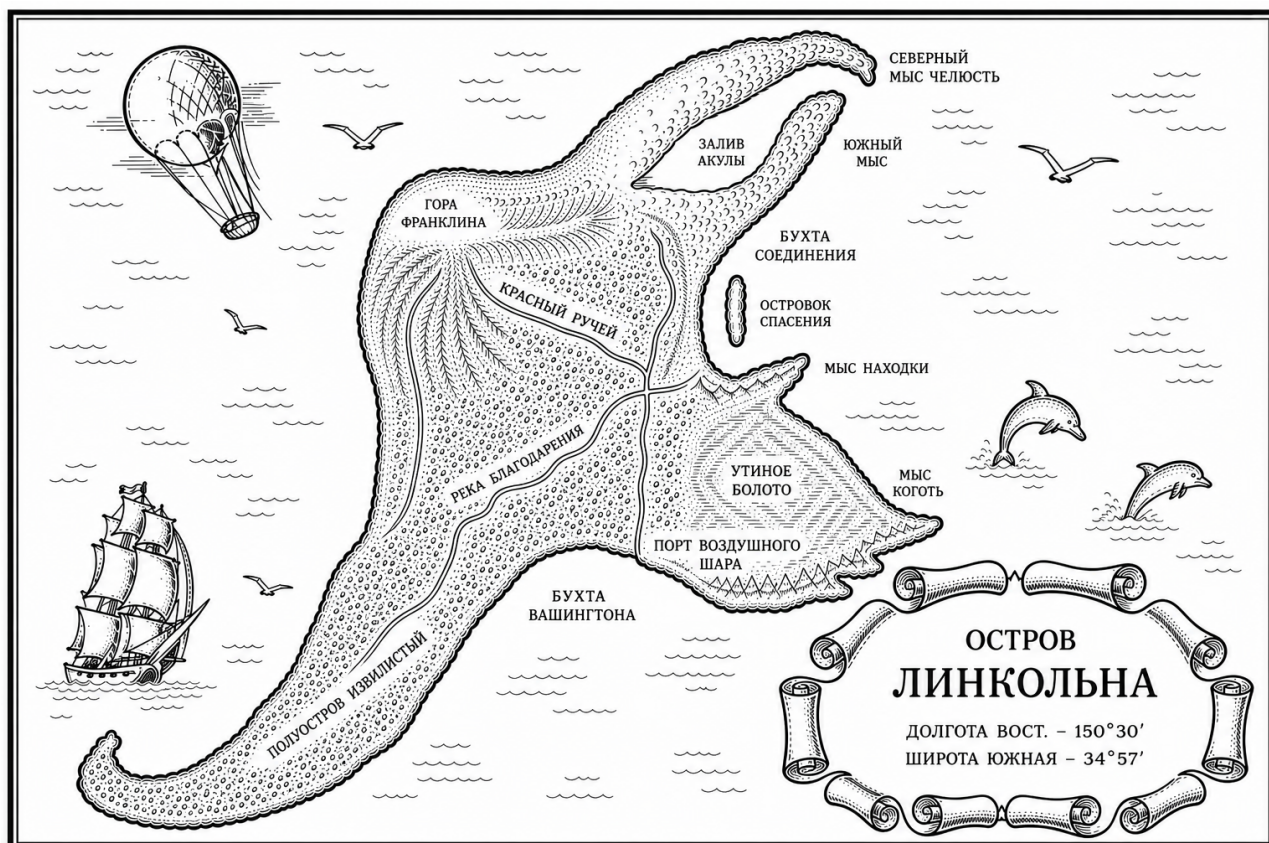
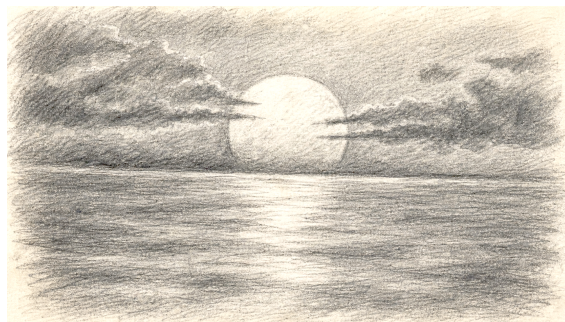


Рис. 1: Карта таинственного острова

④ Застольная

Записки путешественника:

Путешествуя по северу России 23 марта 1700 года по местному календарю, я остановился у хлебосольного хозяина, увлекавшегося астрономией. Во время вечерней застольной беседы мы залюбовались Луной, рисунок которой я привожу здесь.



— Как жаль, что вы не приехали в предшествующий месяц, — нарушил молчание мой собеседник. — Вы бы могли увидеть солнечное затмение в полдень. В тот день Солнце было закрыто более чем на четверть всего диска.

В какие даты по современному календарю:

- наблюдалось солнечное затмение?
- произошёл описанный разговор?

⑤ Семейный портрет

На рис. 2 представлена фотография спутников Сатурна Реи и Дионы, сделанная автоматической межпланетной станцией (АМС) «Кассини». В момент съёмки Рея находилась примерно в 1.2 млн км от АМС; расстояние от станции до Дионы составляло около 1.9 млн км. Параметры орбит некоторых спутников Сатурна приведены в таблице 1; орбиты считайте круговыми.

Определите:

- расстояние от АМС до Сатурна в момент съёмки;
- отношение линейных размеров Реи и Дионы.

Указание. Не забудьте отметить на рисунке измеряемые параметры.

Таблица 1: Параметры орбит некоторых спутников Сатурна

Код	Спутник	Радиус орбиты, тыс. км	Период обращения, сут.
I	Мимас	190	0.94
II	Энцелад	240	1.37
III	Тефия	290	1.89
IV	Диона	380	2.74
V	Рея	530	4.52
VI	Титан	1 220	15.95

6 Работа лабораторная, звёзды нормальные

Студенту-астроному Интегральчикову поручили исследовать параметры нормальных звёзд. Он составил сводную таблицу для нескольких десятков объектов и пытается на её основе самостоятельно рассчитать параметры звёзд, для которых он не смог найти весь массив данных. В таблице 2 мы приводим выдержку из его записей. Масса, радиус и светимость (мощность излучения) звёзд указаны в единицах соответствующих параметров для Солнца ($\odot$).

- Оцените недостающие параметры звёзд и объясните полученные ответы.
- Постройте на рис. 4 график зависимости средней плотности звезды от её массы. Как меняется средняя плотность звёзд с увеличением их массы?
- Студент заинтересовался звездой β Журавля с массой $M = 3M_{\odot}$ и светимостью $L = 3800L_{\odot}$.
 - Можно ли по данным таблицы оценить радиус звезды β Журавля?
 - Видна ли эта звезда на севере России?

Подсказка. Объём шара радиусом R есть $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, где $\pi \approx 3.14$.

Таблица 2: Параметры некоторых нормальных звёзд

Название	Масса, $M_{\odot}$	Радиус, $R_{\odot}$	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Светимость, $L_{\odot}$	Возраст, млн лет
Бенетнаш	6.0	3.4	22 000	700	10
Регул	3.5	3.2	10 100	350	50
Сириус	2.0	1.7	9 670	25	230
Фомальгаут	1.9	1.8	8 230	16	200
ИК Пегаса	1.7	1.6	7 400	8.0	400
Процион	1.5	1.9	6 300	7.8	1 700
Солнце	1.0	1.0	5 500	1.0	4 570
Толиман	0.90	0.87	4 980	0.50	4 850
Тау Кита	0.78	0.79	5 100	0.52	5 800
WASP-28	1.08	???	5 830	1.4	5 000
Денебола	1.8	1.7	8 200	???	300

Решения заданий будут опубликованы на сайте struve.astroedu.ru.

5 Семейный портрет

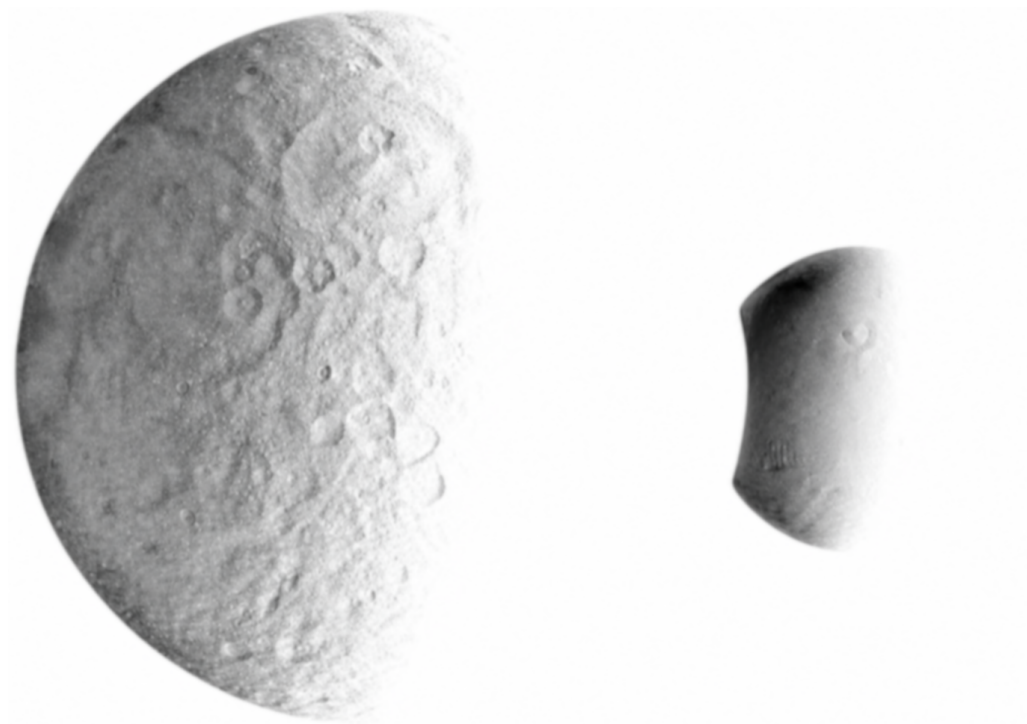


Рис. 2: Фотография Реи и Дионы с АМС «Кассини», *негатив*



Рис. 3: Заготовка чертежа (используйте при необходимости)

Лист _____ из _____

Сдайте этот лист вместе с решением задачи № 5

6 Работа лабораторная, звёзды нормальные

Таблица 3: Таблица для расчётов

Название	Масса, $M_{\odot}$	Радиус, $R_{\odot}$			
Бенетнаш	6.0	3.4			
Регул	3.5	3.2			
Сириус	2.0	1.7			
Фомальгаут	1.9	1.8			
ИК Пегаса	1.7	1.6			
Процион	1.5	1.9			
Солнце	1.0	1.0			
Толиман	0.90	0.87			
Тау Кита	0.78	0.79			

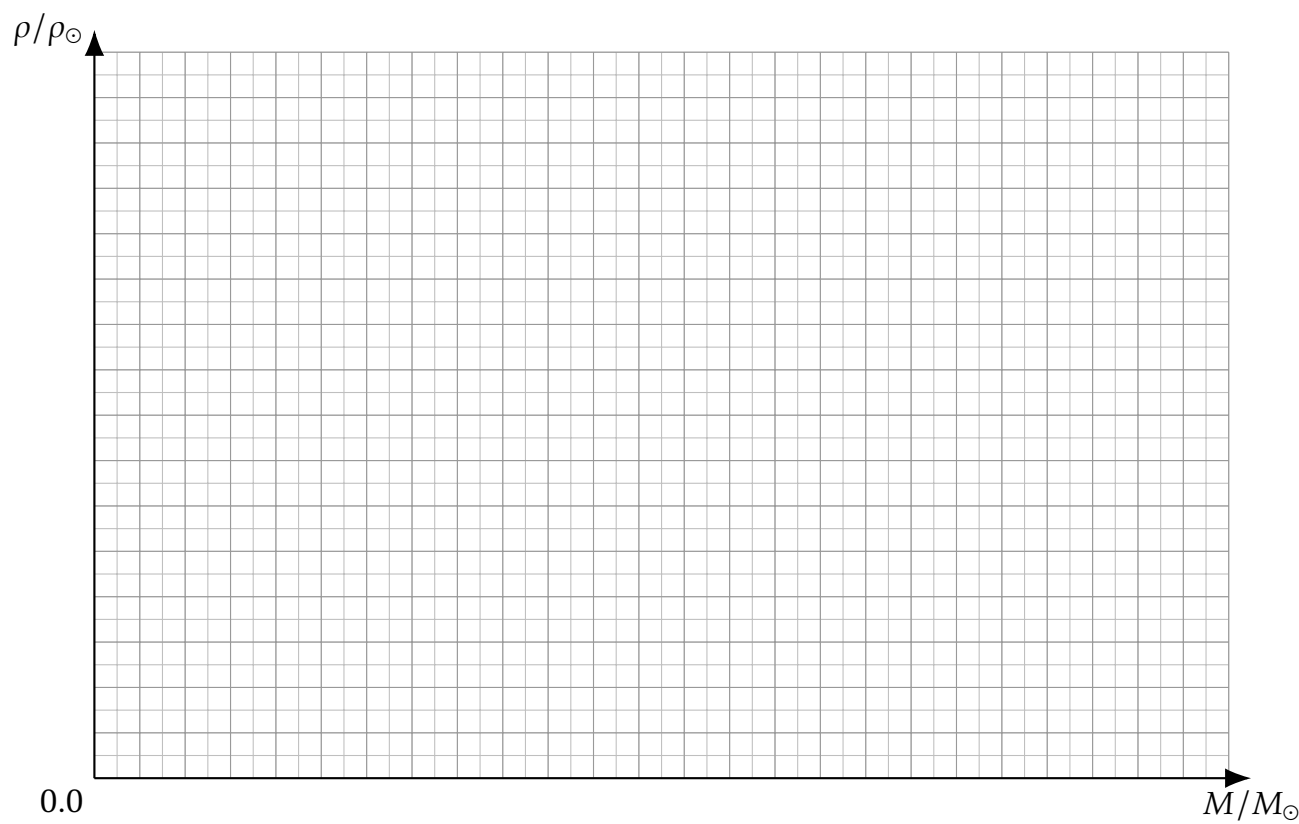


Рис. 4: Зависимость «масса — средняя плотность»

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная	$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса протона	$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса электрона	$m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Астрономическая единица	$1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Парсек	$1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
Световой год	$1 \text{ св. год} = 365.25 \text{ сут.} \times c = 9.461 \cdot 10^{15} \text{ м}$

Данные о Солнце, Земле и Луне

Видимая звёздная величина Солнца	$m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$
Эффективная температура Солнца	$T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$
Поток энергии на расстоянии Земли	$E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$
Тропический год	$= 365.24219 \text{ сут.}$
Сидерический (орбитальный) период	$= 365.25636 \text{ сут.}$
Средняя орбитальная скорость	$= 29.8 \text{ км/с}$
Звёздные сутки	$= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$
Наклон экватора к эклиптике	$\varepsilon = 23.44^{\circ}$
Сидерический месяц	$= 27.32 \text{ сут.}$
Синодический месяц	$= 29.53 \text{ сут.}$
Ускорение свободного падения на поверхности Земли	$g = 9.8 \text{ м/с}^2 = 9.8 \text{ Н/кг}$

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

	Радиус орбиты, а. е.	Орбитальный период	Масса, кг	Радиус, 10^3 км	Осевого период
☉ Солнце			$1.989 \cdot 10^{30}$	697	25.38 сут.
☿ Меркурий	0.3871	87.97 сут.	$3.302 \cdot 10^{23}$	2.44	58.65 сут.
♀ Венера	0.7233	224.70 сут.	$4.869 \cdot 10^{24}$	6.05	243.02 сут.
⊕ Земля	1.0000	<i>см. выше</i>	$5.974 \cdot 10^{24}$	6.37	23.93 ч
♁ ↪ Луна	0.0026	27.32 сут.	$7.348 \cdot 10^{22}$	1.74	<i>синхр.</i>
♂ Марс	1.5237	686.98 сут.	$6.419 \cdot 10^{23}$	3.40	24.62 ч
♃ Юпитер	5.2028	11.862 лет	$1.899 \cdot 10^{27}$	71.5	9.92 ч
♄ Сатурн	9.5388	29.458 лет	$5.685 \cdot 10^{26}$	60.3	10.66 ч
♅ Уран	19.1914	84.01 лет	$8.683 \cdot 10^{25}$	25.6	17.24 ч
♆ Нептун	30.0611	164.79 лет	$1.024 \cdot 10^{26}$	24.7	16.11 ч