

САМАРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДЛЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ
САМАРСКАЯ ОБЛАСТНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

УСЛОВИЯ КОНКУРСНЫХ ЗАДАЧ
ОТКРЫТОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ОЛИМПИАДЫ
ПО АСТРОНОМИИ им. Ф.А. БРЕДИХИНА
СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7-9 КЛАССОВ.
СЕЗОН: 2023-2024, ТУР № 1



Самара, 2023 г.

Дорогие Друзья!

Вашему вниманию в данном релизе представлены 10 оригинальных задач двух уровней сложности – «Новичок» (уровень А), «Знаток» (уровень В). Задачи составлены в соответствии с *Перечнем вопросов, рекомендуемых Центральной предметной методической комиссией Всероссийской Олимпиады школьников по астрономии для подготовки обучающихся 7-9 классов к решению задач ее различных этапов.*

При использовании материалов релиза ссылка на документ обязательна!

Ссылка: «Условия конкурсных задач заочной олимпиады по астрономии ОМОА им. Ф.А. Бредихина среди обучающихся 7-9 классов. Сезон: 2023-2024, Тур № 1». – <https://sites.google.com/site/samrasolimp/omoa-tasks>

Памятка участника ОМОА им. Ф.А. Бредихина

1. Официальный сайт Астрошколы:

<https://sites.google.com/site/samrasolimp/>

2. Официальная группа в VK:

<https://vk.com/bredikhinolimp>

3. Сроки подачи работ ОМОА им. Ф.А. Бредихина тура № 1 на проверку:

15.10.2023-30.11.2023!!!

4. Электронный ящик Олимпиады:

samrasolimp@mail.ru

5. Руководство зарегистрированного участника ОМОА им. Ф.А. Бредихина:

<https://sites.google.com/site/samrasolimp/maindocs>

ИЛИ

<https://vk.com/bredikhinolimp>

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ



Дорогие Друзья!

Прежде чем приступить к решению задач и оформлению отчета участника ОМОА им. Ф.А. Бредихина-2024, **внимательно** ознакомьтесь с **«Руководством зарегистрированного участника ОМОА им Ф.А. Бредихина-2024»!** Электронный адрес последнего указан в **Памятке участника.**

Уровень «Новичок» (уровень А)**№1. «Созвездия и их достопримечательности»**

Ответьте на ниже представленные вопросы, выбрав верный из представленных вариантов ответа. В каком созвездии располагается

1. Астеризм "Большой Ковш"? (1 балл)

а) Малая Медведица	б) Большая Медведица	в) Цефей
г) Кассиопея	д) Дракон	е) Рысь

2. Самое яркое шаровое скопление северной полушферы небосвода (M13)? (1 балл)

а) Дельфин	б) Лисичка	в) Стрела
г) Щит	д) Кассиопея	е) Геркулес

3. Северный полюс эклиптики? (1 балл)

а) Змееносец	б) Геркулес	в) Волопас
г) Дева	д) Дракон	е) Змея

4. Самая яркая галактика северной полушферы небосвода, M31? (1 балл)

а) Пегас	б) Треугольник	в) Андромеда
г) Малый конь	д) Персей	е) Кит

5. Центр галактики Млечный Путь? (1 балл)

а) Скорпион	б) Стрелец	в) Ворон
г) Козерог	д) Южная рыба	е) Скульптор

6. Рассеянное звездное скопление, представленное на рис. 1.а)? (1 балл)

а) Телец	б) Кит	в) Близнецы
г) Заяц	д) Печь	е) Голубь

Как называется самая яркая звезда этого скопления? (2 балла)

7. Яркая эмиссионная туманность, представленная на рис. 1.б)? (1 балл)

а) Большой пес	б) Малый пес	в) Орион
г) Единорог	д) Возничий	е) Рак

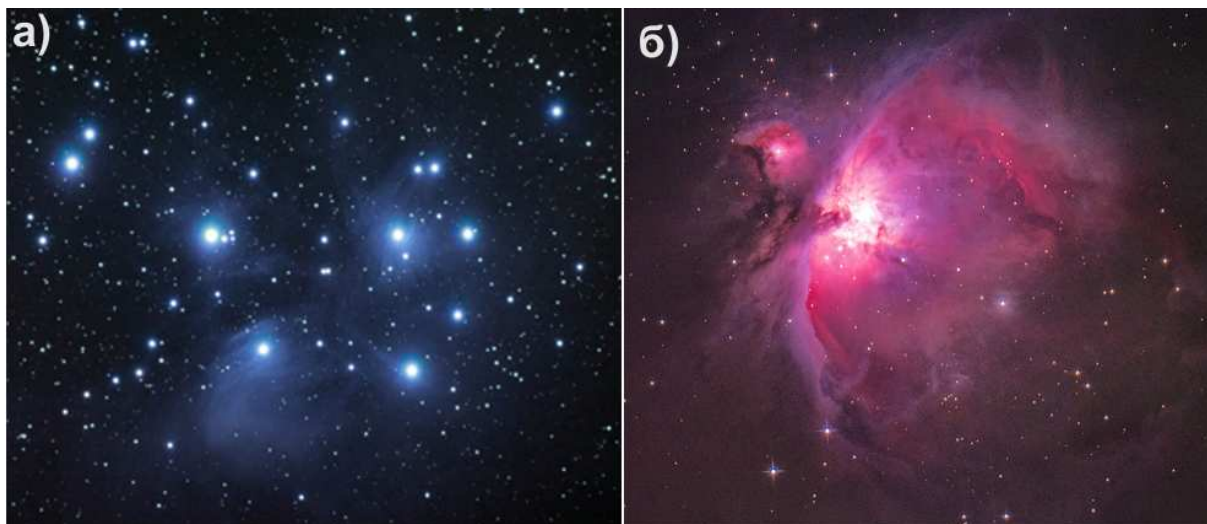


Рис. 1. Фотографии некоторых объектов глубокого космоса.

Как называется рассеянное звездное скопление, расположенное внутри данной туманности? (2 балла)

8. Какое из данных ниже созвездий представляет собой два несвязанных между собой участка небосвода, разделенные другим созвездием? (1 балл)

а) Змееносец	б) Геркулес	в) Волопас
г) Дева	д) Северная Корона	е) Змея

№2. «Луна в различных фазах»

На рис. 2 представлены девять фотографий Луны в различных фазах, полученных в средних широтах северного географического полушария.

1. Образ Луны с каким номером соответствует фазе полнолуния? (1 балл)

2. Какой вид приобретает Луна (указать номер соответствующего образа) спустя 7.4 суток после начала синодического месяца? (1 балл)

3. В какой фазе Луна, как правило, видна с полуночи и до восхода Солнца, в восточной стороне небосвода? (1 балл)

4. В какой фазе (укажите номера рисунков) наиболее выгодно производить съемку Луны, с целью запечатлеть ее пепельный свет? (0.5 балла за кадр)

5. Расположите номера рисунков в порядке появления данных фаз Луны в течение ее синодического месяца. (0.5 балла за правильную позицию в последовательности)

№3. «Полярная звезда и прецессия земной оси»

1. Чему равен приблизительно период прецессии земной оси (с точностью до сотен лет) и угол раствора (с точностью до 0.5 градуса) ее конуса? (2 балла)

2. Чему равно полярное расстояние (с точностью до угловой минуты) Полярной звезды сегодня? Чему равно максимальное значение для полярного расстояния данной звезды (с точностью до градуса) в течение периода прецессии? Когда это было в последний раз (с точностью до сотен лет)? (3 балла)

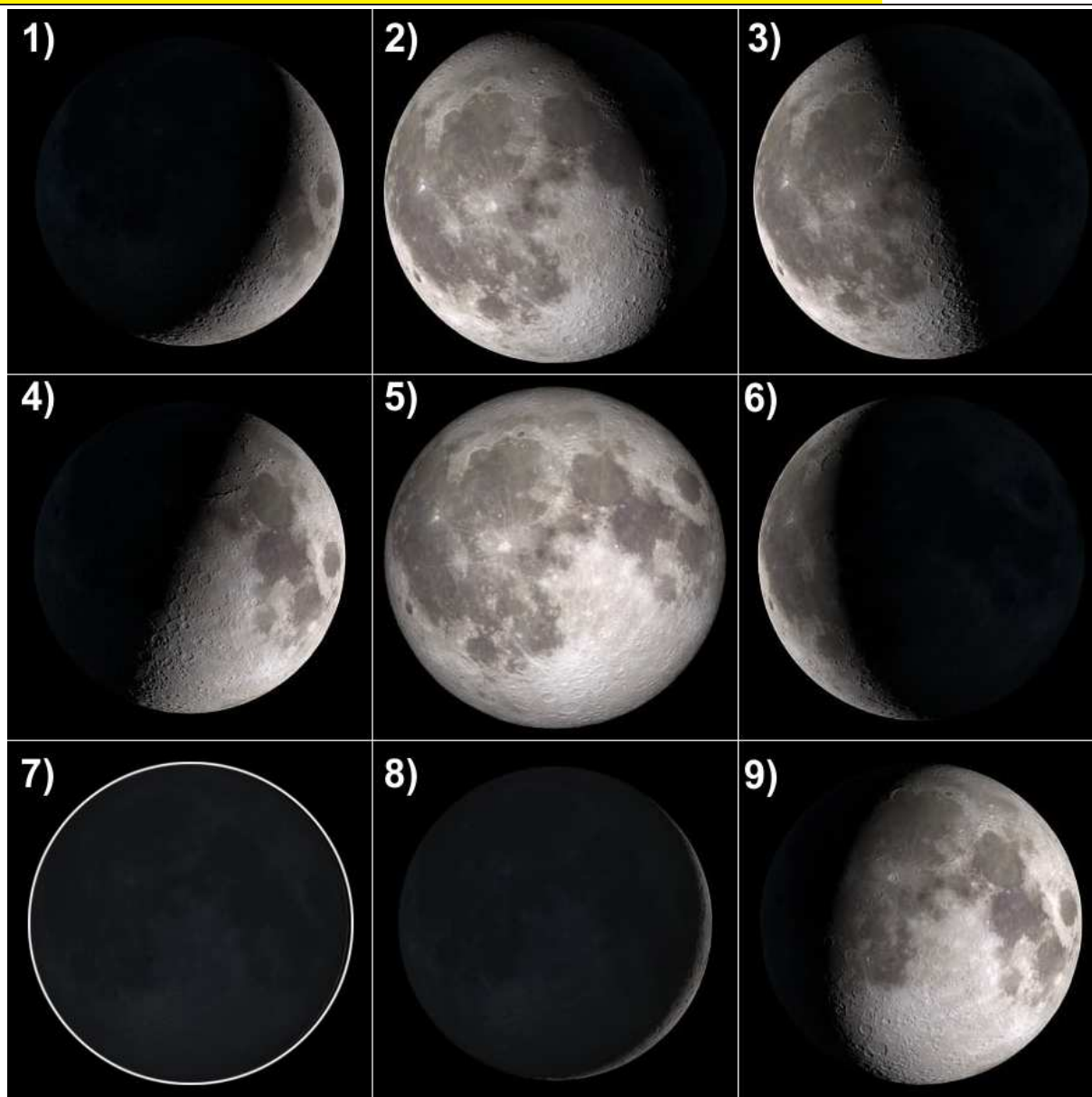


Рис. 2. Луна в различных фазах.

3. Являлась ли заходящим светилом за горизонт Полярная звезда в тот момент в г. Самаре? (2 балла)

4. Чему была равна высота Полярной звезды в верхней и нижней кульминациях в тот момент на территории г. Самары (широта – $53^{\circ}12'$)? (2 балла)

№4. «Избранные свойства некоторых спутников»

Вашему вниманию в табл. 1 представлены данные для масс и радиусов трех небесных тел (Земли (1), Луны (2) и Каллисто (3) – спутника Юпитера), изображенных в масштабе на рис. 3. С использованием лишь этих данных и линейки, определите:

1. Линейные радиусы Луны и Каллисто (1 балл за одно значение).
2. Среднюю массовую плотность для Луны и Каллисто (2 балла за одно значение).
3. Ускорение свободного падения у поверхностей Луны и Каллисто (2 балла за одно значение).

Планета/ Спутник	Земля (1)	Луна (2)	Каллисто (3)
Масса, кг	$5.97 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$	$1.075 \cdot 10^{23}$
Радиус, км	6371	?	?
Плотность, кг/м ³	?	?	?
Ускорение св. падения, м/с ²	?	?	?

Таблица 1. Матрица исходных данных для Земли, Луны и Каллисто.



Рис. 3. Коллаж фотографий Земли (1), Луны (2) и Каллисто (3).

Уровень «Знаток» (уровень В)

№5. «Малая планета и ее свойства»

Некоторая малая планета, обращающаяся вокруг Солнца, оказывается в восточной квадратуре для земного наблюдателя каждые 500 суток. Определите:

1. Сидерический период обращения малой планеты вокруг Солнца. (2 балла)
2. Между орбитами каких классических планет располагается орбита малой планеты? (3 балла)
3. Чему равно минимальное расстояние между данной планетой и Землей? В какой конфигурации малая планета оказывается на таком расстоянии от Земли? Орбиты данных тел следует считать круговыми, лежащими в одной плоскости. (2 балла)
4. Чему равна угловая скорость видимого попятного движения малой планеты в момент ее противостояния? (4 балла)

№6. «Фотосъемка ночного небосвода Земли»

Школьник, путешествуя по миру вместе с родителями, решил с помо-

пью зеркальной фотокамеры (размеры прямоугольной матрицы которой – 36×24 мм) выполнить ночную фотосъемку всего небосвода Земли. Вместе с камерой он использовал съемный объектив с фокусным расстоянием 300 мм. Определите:

1. Угловые размеры поля зрения оптической системы «фотокамера-объектив» (в минутах дуги). (5 баллов)
2. Телесный угол, соответствующий полю зрения фотоаппарата (в кв. град). (3 балла)
3. Минимально возможное количество кадров, которые следует сделать школьнику для достижения цели,
 - а) допускаемое с точки зрения теории (2 балла),
 - б) необходимое на практике. (2 балла)

№7. «Некоторые особенности примечательной формы рельефа»

На рис. 4 представлена форма рельефа (потухший вулкан) поверхности некоторой классической планеты. С использованием лишь данного рисунка, линейки и справочных данных, определите:

1. В каком полушарии планеты (северном или южном) располагается данная форма рельефа? Следует полагать, что сетка планетоцентрических координат определяется аналогично географической. (1 балл)
 2. Поверхности какой классической планеты принадлежит данная форма рельефа? Свой ответ обоснуйте строго математически. (3 балла)
- Оцените:
3. Наибольшую протяженность данного вулкана в направлении: **а)** с севера на юг и **б)** с запада на восток, если его граница располагается на уровне 0 метров (зеленая граница) над средним уровнем поверхности планеты. (3 балла)
 4. Площадь поверхности, занимаемой этим вулканом (в км²), полагая, что его граница располагается на уровне 0 метров (зеленая граница) над средним уровнем поверхности планеты. (2 балла)
 5. Долю, которую составляет площадь, занимаемая данным вулканом, от площади поверхности всей планеты? (3 балла)
 6. Высоту вулкана, если она соответствует предельному механическому напряжению горных пород, слагающих его. Следует полагать, что на Земле этому же предельному напряжению соответствует высота Эвереста (8848 м), а горные породы Эвереста и данного вулкана одни и те же. (2 балла)

№8. «Эволюция образа Юпитера»

На рис. 5 представлен коллаж фотографий Юпитера в различных фазах, полученных с июля по декабрь 2022 года. Полагая, что орбиты Земли и Юпитера являются круговыми, определите:

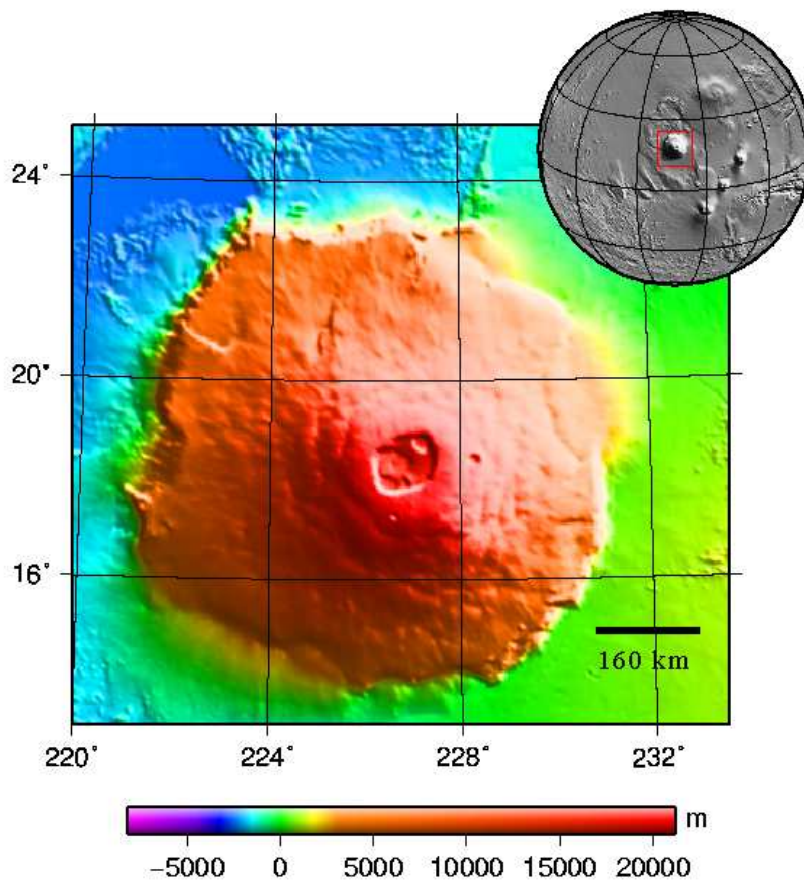


Рис. 4. Форма рельефа поверхности классической планеты.



Рис. 5. Фазы Юпитера (с указанием наибольшего углового диаметра) с июля по декабрь 2022 года.

1. Образ Юпитера от какого числа был наиболее близок к конфигурации противостояния? Свой ответ поясните. (1 балл)

2. В какое время суток и в какой стороне небосвода можно было наблюдать Юпитер в восточной квадратуре? (2 балла)

Оцените:

3. Даты пребывания Юпитера в западной и восточной квадратурах? (5 баллов)

4. Значения углового диаметра планеты в квадратурах. (3 балла)

5. Изменение видимой звездной величины Юпитера в промежутке времени, заключенном между его противостоянием и восточной квадратурой. (3 балла)

№9. «Резонансы в системе галилеевых спутников»

Четыре крупнейших спутника Юпитера называется *галилеевыми*. При этом три ближайших спутника к материнской планете (Ио, Европа и Ганимед) находится в орбитальном резонансе 4:2:1. Последнее означает, что на 4 периода обращения Ио приходится два периода Европы и один период Ганимеда. Кроме того, периоды обращения Каллисто и Европы относятся как 47 : 10. Полагая, что орбиты всех галилеевых спутников являются круговыми и лежащими в одной плоскости, а сидерический период обращения Ио составляет 1.770 сут, определите:

1. Промежуток времени между двумя последовательными моментами времени, когда все галилеевы спутники выстраиваются вдоль одной прямой. (8 баллов)

2. Максимально возможный угол элонгации (относительно центральной планеты), который можно здесь наблюдать. Для какой пары галилеевых спутников он достигается? (6 баллов)

№10. «Абсолютная звездная величина болида»

На рис. 6 представлена фотография ночного пейзажа. В частности, здесь зафиксировано падение болида вблизи горизонта. Оценка его видимого блеска в этот момент идентична видимому блеску Венеры в наибольшей элонгации (-4.5^m).

1. Полагая, что возгорание болида произошло на верхней границе атмосферы Земли, расположенной на высоте 100 км, оцените расстояние до метеороида, породившего явление болида в момент съемки. (3 балла)

2. Чему был бы равен видимый блеск болида, если бы земная атмосфера была бы абсолютно прозрачной для видимого света? Следует полагать, что земная атмосфера представляет собой однородную газовую оболочку в форме сферического слоя толщиной 100 км, поглощение света в которой подчиняется закону Бугера-Ламберта. При этом прирост видимого блеска звезды, расположенной в зените для земного наблюдателя, обусловленное лишь бугеровским поглощением света, составляет $\Delta m = 0.3^m$. (4 балла)



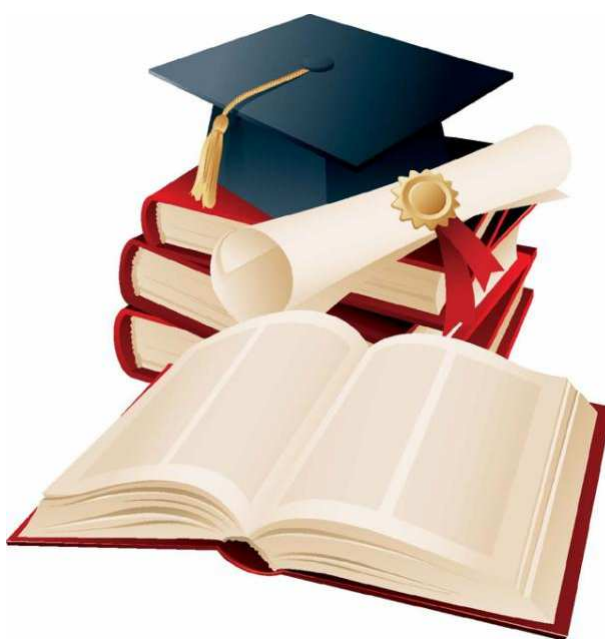
Рис. 6. Полярное сияние и болид над Беларусью (автор – Михаил Оконишников).

Определите:

3. Светимость (в Вт) болида в момент съемки. (4 балла)

4. Абсолютную звездную величину болида, т.е. видимую звездную величину болида, которую бы он имел, пребывая в зените для земного наблюдателя, на высоте 100 км. (4 балла)

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ



А.1. 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 – $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
- Универсальная газовая постоянная – $R = 8.31 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$
- Постоянная Стефана-Больцмана – $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$
- Постоянная Авогадро – $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
- Масса протона – $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- Масса электрона – $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
- Астрономическая единица – $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$
- Парсек – $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$
- Постоянная Хаббла – $H = 72 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$

А.2. Данные о Солнце

- Радиус – $6.955 \cdot 10^5 \text{ км}$
- Масса – $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
- Светимость – $3.827 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
- Спектральный класс – G2
- Видимая звездная величина – -26.74^m
- Абсолютная болометрическая звездная величина – $+4.83^m$
- Показатель цвета (B-V) – $+0.67^m$
- Эффективная температура – 5778 К
- Средний горизонтальный параллакс – $8.794''$
- Солнечная постоянная (во всем спектре) на расстоянии Земли – 1361 Вт/м^2
- Солнечная постоянная (в видимом свете) на расстоянии Земли – 600 Вт/м^2

А.3. Данные о Земле

- Эксцентриситет орбиты – 0.017
- Тропический год – 365.24219 сут
- Средняя орбитальная скорость – 29.8 км/с
- Период вращения – $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$
- Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000.0 – $23^\circ 26' 21.45''$

- Средний по объему радиус – 6371.0 км
- Средний экваториальный радиус – 6378.14 км
- Длина земного меридиана – 20004.276 км
- Полярный радиус – 6356.77 км
- Масса – $5.974 \cdot 10^{24}$ кг
- Средняя плотность – $5.52 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$
- Объемный состав атмосферы – N_2 (78%), O_2 (21%), Ar ($\sim 1\%$)

А.4. Данные о Луне

- Среднее расстояние от Земли – 384400 км
- Минимальное расстояние от Земли – 356410 км
- Максимальное расстояние от Земли – 406700 км
- Эксцентриситет орбиты – 0.055
- Наклон плоскости орбиты к эклиптике – $5^\circ 09'$
- Сидерический (звездный) период обращения – 27.321662 сут
- Синодический период обращения – 29.530589 сут
- Радиус – 1738 км
- Масса – $7.348 \cdot 10^{22}$ кг или $1/81.3$ массы Земли
- Средняя плотность – $3.34 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$
- Визуальное геометрическое альbedo – 0.12
- Видимая звездная величина в полнолуние – -12.7^m

А.5. Формулы приближенного вычисления

$$\sin x \approx \text{tg } x \approx x;$$

$$\sin(x \pm \alpha) \approx \sin \alpha \pm x \cos \alpha;$$

$$\cos(x \pm \alpha) \approx \cos \alpha \mp x \sin \alpha;$$

$$\text{tg}(x \pm \alpha) \approx \text{tg } \alpha \pm \frac{x}{\cos^2 \alpha};$$

$$(1 + x)^n \approx 1 + n x;$$

здесь $x \ll 1$, все углы выражаются в радианах.

А.6. Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики	Период обращения	Синодический период
	млн. км	а.е.				
Меркурий	57.9	0.3871	0.2056	7.004	87.97 сут	115.9
Венера	108.2	0.7233	0.0068	3.394	224.70 сут	583.9
Земля	149.6	1.0000	0.0167	0.000	365.26 сут	–
Марс	227.9	1.5237	0.0934	1.850	686.98 сут	780.0
Юпитер	778.3	5.2028	0.0483	1.308	11.862 лет	398.9
Сатурн	1429.4	9.5388	0.0560	2.488	29.458 лет	378.1
Уран	2871.0	19.1914	0.0461	0.774	84.01 лет	369.7
Нептун	4504.3	30.0611	0.0097	1.774	164.79 лет	367.5

А.7. Физические характеристики Солнца и планет

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометрич. альбедо	Вид. звездная величина*
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	695500	108.97	1.41	25.380 сут	7.25	–	-26.8^m
Меркурий	$3.302 \cdot 10^{23}$	0.05271	2439.7	0.3825	5.42	58.646 сут	0.00	0.10	-0.1
Венера	$4.869 \cdot 10^{24}$	0.81476	6051.8	0.9488	5.20	243.019 сут [†]	177.36	0.65	-4.4^m
Земля	$5.974 \cdot 10^{24}$	1.00000	6378.1	1.0000	5.52	23.934 час	23.45	0.37	–
Марс	$6.419 \cdot 10^{23}$	0.10745	3397.2	0.5326	3.93	24.623 час	25.19	0.15	-2.0^m
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	-2.7^m
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	25.33	0.47	0.4^m
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час [†]	97.86	0.51	5.7^m
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	7.8^m

* для наибольшей элонгации Меркурия и Венеры и среднего противостояния внешних планет;

† – обратное вращение.

А.8. Характеристики некоторых спутников планет

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	Вид. звездная величина*
	кг	км	г·см ⁻³	км	сут		
Земля							
Луна	$7.348 \cdot 10^{22}$	1738	3.34	384400	27.32166	0.12	-12.7
Марс							
Фобос	$1.08 \cdot 10^{16}$	~ 10	2.0	9380	0.31910	0.06	11.3
Деймос	$1.8 \cdot 10^{15}$	~ 6	1.7	23460	1.26244	0.07	12.4
Юпитер							
Ио	$8.94 \cdot 10^{22}$	1815	3.55	421800	1.769138	0.61	5.0
Европа	$4.8 \cdot 10^{22}$	1569	3.01	671100	3.551181	0.64	5.3
Ганимед	$1.48 \cdot 10^{23}$	2631	1.94	1070400	7.154553	0.42	4.6
Каллисто	$1.08 \cdot 10^{23}$	2400	1.86	1882800	16.68902	0.20	5.7
Сатурн							
Тефия	$7.55 \cdot 10^{20}$	530	1.21	294660	1.887802	0.9	10.2
Диона	$1.05 \cdot 10^{21}$	560	1.43	377400	2.736915	0.7	10.4
Рея	$2.49 \cdot 10^{21}$	765	1.33	527040	4.517500	0.7	9.7
Титан	$1.35 \cdot 10^{23}$	2575	1.88	1221850	15.94542	0.21	8.2
Япет	$1.88 \cdot 10^{21}$	730	1.21	3560800	79.33018	0.20	~ 11.0
Уран							
Миранда	$6.33 \cdot 10^{19}$	235.8	1.15	129900	1.413479	0.27	16.3
Ариэль	$1.7 \cdot 10^{21}$	578.9	1.56	190900	2.520379	0.34	14.2
Умбриэль	$1.27 \cdot 10^{21}$	584.7	1.52	266000	4.144177	0.18	14.8
Титания	$3.49 \cdot 10^{21}$	788.9	1.70	436300	8.705872	0.27	13.7
Оберон	$3.03 \cdot 10^{21}$	761.4	1.64	583500	13.46324	0.24	13.9
Нептун							
Тритон	$2.14 \cdot 10^{22}$	1350	2.07	354800	5.87685 [†]	0.7	13.5

* – для полнолуния или среднего противостояния внешних планет;

† – обратное вращение.

А.9. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике и график для уравнения времени

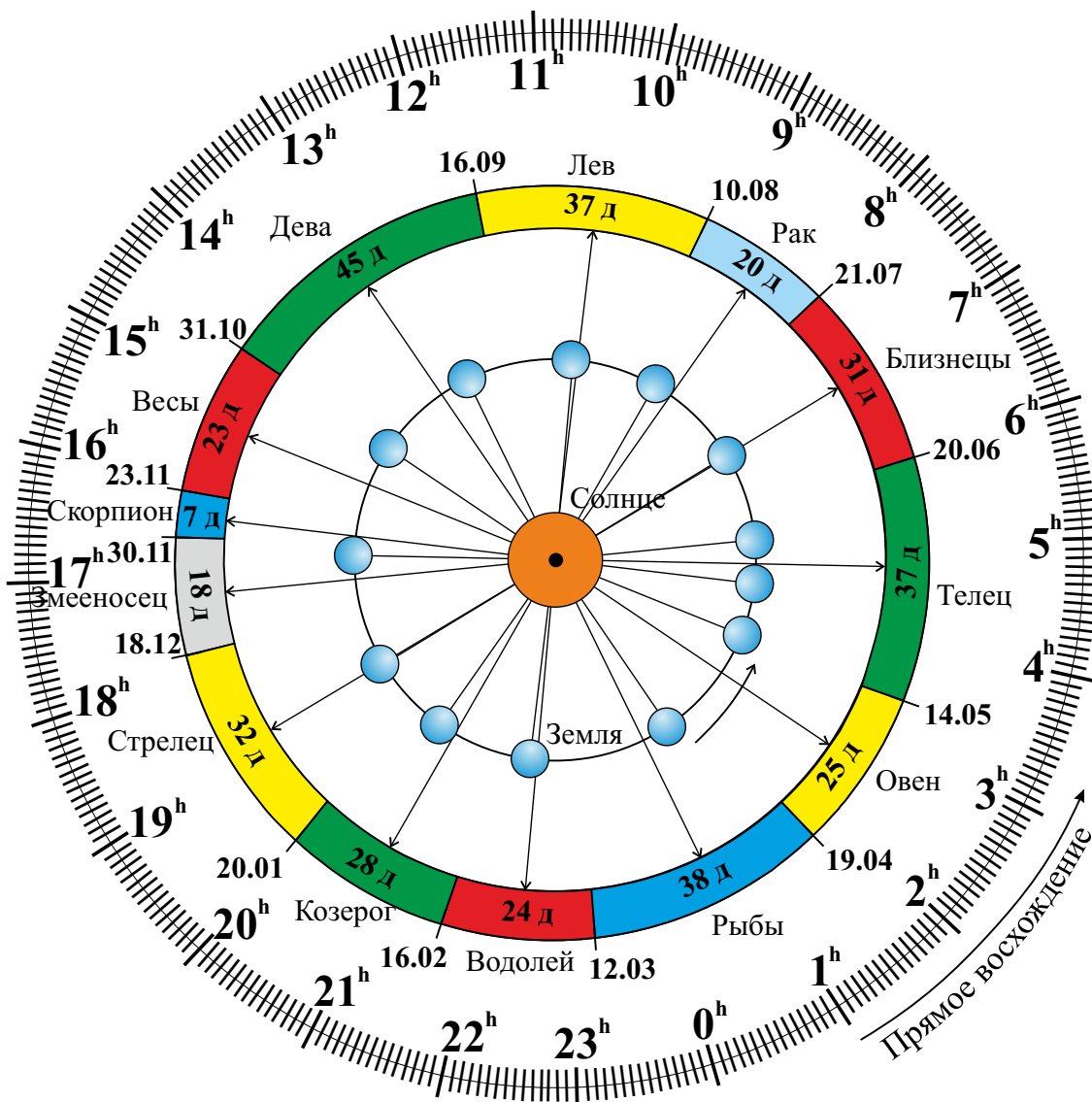


Рис. А.1. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике.

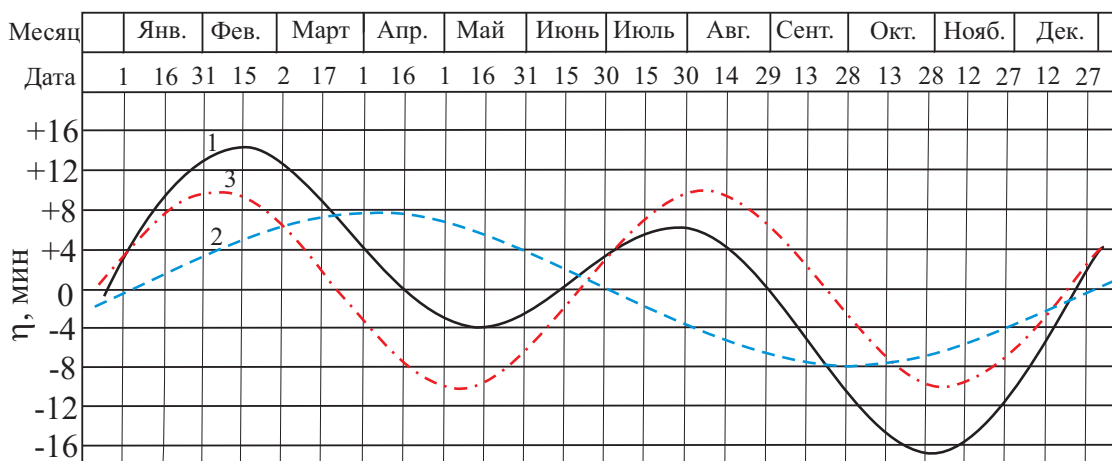


Рис. А.2. График уравнения времени: 1 – уравнение времени, 2 – уравнение центра, 3 – уравнение от наклона эклиптики.

А.10. Яркие звезды ночного небосвода

Топ-25 ярчайших звезд ночного небосвода

№	Название	α	δ	r , св.л.	m , ^m	M , ^m	Сп. кл.	Полушарие и № в нем
1	Сириус (α Большого Пса)	06 ^h 45 ^m 9 ^s	-16°42'58"	8.6	-1.46	1.4	A1Vm	Южное (01)
2	Канопус (α Киля)	06 ^h 23 ^m 57 ^s	-52°41'45"	310	-0.72	-5.53	A9II	Южное (02)
3	Ригил(A)/Толлиман(B) (α Центавра АВ)	14 ^h 39 ^m 35 ^s	-60°50'15"	4.3	-0.27	4.06	G2V + K1V	Южное (03)
4	Арктур (α Волопаса)	14 ^h 15 ^m 40 ^s	19°10'57"	36.7	-0.05	-0.3	K1.5IIIp	Северное (01)
5	Вега (α Лир)	18 ^h 36 ^m 56 ^s	38°47'01"	25	0.03 ^v	0.6	A0Va	Северное (02)
6	Капелла (α Возничего)	05 ^h 16 ^m 41 ^s	45°59'53"	42.2	0,08	-0.5	G6III + G2III	Северное (03)
7	Ригель (β Ориона)	05 ^h 14 ^m 32 ^s	-08°12'06"	870	0.12 ^v	-7.84	B8Iae	Южное (04)
8	Процион (α Малого Пса)	07 ^h 39 ^m 18 ^s	+05°13'30"	11.4	0.38	2.6	F5IV-V	Северное (04)
9	Ахернар (α Эридана)	01 ^h 37 ^m 43 ^s	-57°14'12"	139	0.46	-1.3	B3Vnp	Южное (05)
10	Бетельгейзе (α Ориона)	05 ^h 55 ^m 10 ^s	07°24'25"	530	0.50 ^v	-5.14	M2Iab	Северное (05)
11	Хадар (β Центавра)	14 ^h 03 ^m 49 ^s	-60°22'23"	400	0.61 ^v	-5.4	B1III	Южное (06)
12	Альтаир (α Орла)	19 ^h 50 ^m 47 ^s	08°52'06"	16.8	0.77	2.3	A7Vn	Северное (06)
13	Акрукс (α Южного Креста)	12 ^h 26 ^m 36 ^s	-63°05'57"	321	0.77	-4.1	B0.5IV + B1Vn	Южное (07)
14	Альдебаран (α Тельца)	04 ^h 35 ^m 55 ^s	16°30'33"	65	0.85 ^v	-0.3	K5III	Северное (07)
15	Антарес (α Скорпиона)	16 ^h 29 ^m 24 ^s	-26°25'55"	610	0.96 ^v	-5.2	M1.5Iab	Южное (08)
16	Спика (α Девы)	13 ^h 25 ^m 12 ^s	-11°09'41"	250	0.98 ^v	-3.2	B1V	Южное (09)
17	Поллукс (β Близнецов)	7 ^h 45 ^m 19 ^s	28°01'34"	33.7	1.14	0.7	K0IIIp	Северное (08)
18	Фомальгаут (α Южной Рыбы)	22 ^h 57 ^m 39 ^s	-29°37'20"	25	1.16	2.0	A3Va	Южное (10)
19	Мимоза (β Южного Креста)	12 ^h 47 ^m 43 ^s	-59°41'19"	353	1.25 ^v	-4.0	B0.5III	Южное (11)

Топ-25 ярчайших звезд ночного небосвода (продолжение)

20	Денеб (α Лебедя)	20 ^h 41 ^m 26 ^s	45°16'49"	1550	1.25	-8.38	A2Ia	Северное (09)
21	Регул (α Льва)	10 ^h 08 ^m 22 ^s	11°58'02"	77	1.35	-0.5	B7Vn	Северное (10)
22	Адара (ϵ Большого Пса)	06 ^h 58 ^m 38 ^s	-28°58'19"	400	1.50	-4.8	B2II	Южное (12)
23	Кастор (α Близнецов)	07 ^h 34 ^m 36 ^s	31°53'18"	51.5	1.57	0.5	A1V + A2V	Северное (11)
24	Гакрукс (γ Южного Креста)	12 ^h 31 ^m 10 ^s	-57°06'48"	88	1.63 ^v	-1.2	M3.5III	Южное (13)
25	Шаула (λ Скорпиона)	17 ^h 33 ^m 37 ^s	-37°06'13"	365	1.63 ^v	-3.5	B1.5IV	Южное (14)

А.11. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела, болометрические поправки

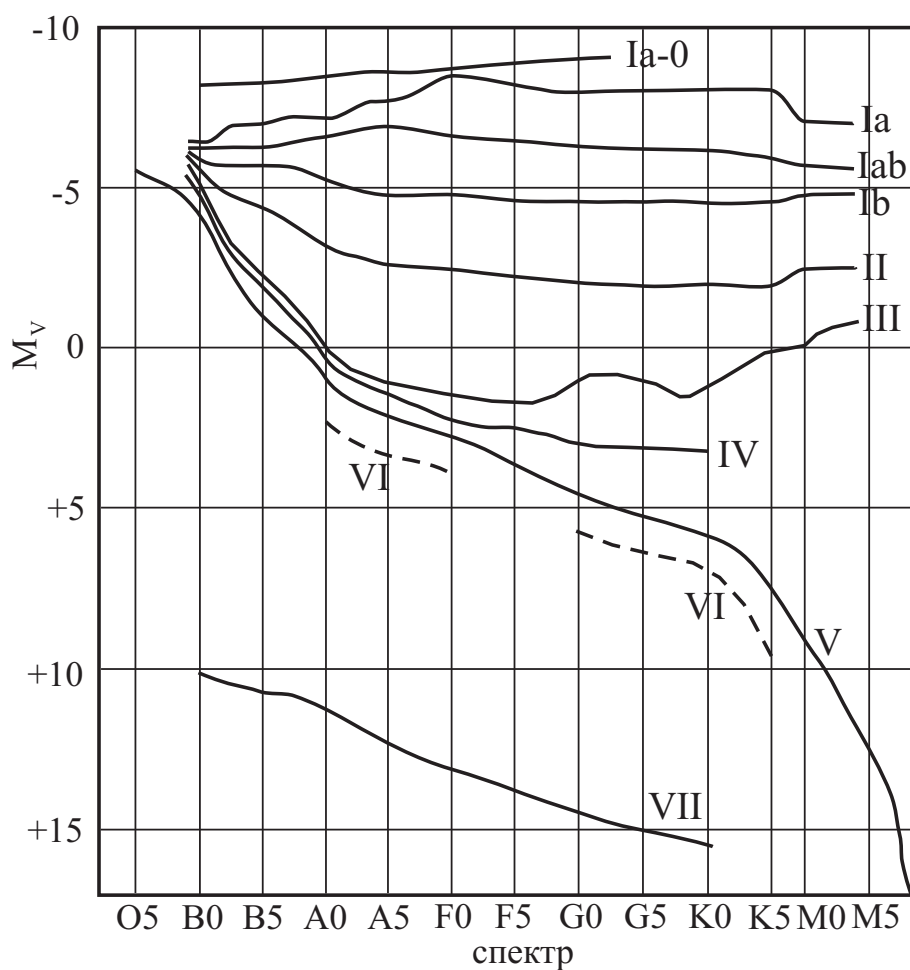


Рис. А.3. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.

Болометрические поправки ΔM_b

Спектр	ΔM_b	Спектр	ΔM_b		
			Гл. последовательность	Гиганты	Сверхгиганты
B0	- 2.70	F5	- 0.04	- 0.08	- 0.12
B5	- 1.58	F8	- 0.05	- 0.17	- 0.28
A0	- 0.72	G0	- 0.06	- 0.25	- 0.42
A5	- 0.31	G2	- 0.07	- 0.31	- 0.52
F0	- 0.09	G5	- 0.10	- 0.39	- 0.65
F2	- 0.04	G8	- 0.10	- 0.47	- 0.80
		K0	- 0.11	- 0.54	- 0.93
		K2	- 0.15	- 0.72	- 1.20
		K3	- 0.31	- 0.89	- 1.35
		K4	- 0.55	- 1.11	- 1.56
		K5	- 0.85	- 1.35	- 1.86
		M0	- 1.43	- 1.55	- 2.2
		M1	- 1.70	- 1.72	- 2.6
		M2	- 2.03	- 1.95	- 3.0
		M3	- 2.35	- 2.26	- 3.6
		M4	- 2.7	- 2.72	- 3.8
		M5	- 3.1	- 3.4	- 4.0

А.12. Статистика распределения звезд по звездным величинам

m	Кол-во звезд	m	Кол-во звезд	m	Кол-во звезд, $\times 10^6$	m	Кол-во звезд, $\times 10^6$
0^m	4	5^m	1602	10^m	0.340	15^m	36.9
1^m	15	6^m	4800	11^m	0.927	16^m	83.7
2^m	48	7^m	14000	12^m	2.46	17^m	182
3^m	171	8^m	42000	13^m	6.29	18^m	374
4^m	513	9^m	121000	14^m	15.5	19^m	733

Примечание: здесь указано количество звезд на всем небосводе, имеющих блеск ярче указанной звездной величины, согласно Star Numbers, 2001.

А.13. Таблица Менделеева

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	A I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		B			
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
1	Li Lithium Литий 6.941	Be Beryllium Бериллий 9.0122	B Boron Бор 10.811	C Carbonium Углерод 12.011	N Nitrogenium Азот 14.007	O Oxygenium Кислород 15.999	F Fluorium Фтор 18.998	Ne Neon Неон 20.179	Na Natrium Натрий 22.99	Mg Magnesium Магний 24.305	Al Aluminium Алюминий 26.9815	Si Silicium Кремний 28.086	P Phosphorus Фосфор 30.974	S Sulfur Сера 32.066	Cl Chlorium Хлор 35.453	Ar Argon Аргон 39.948	He Helium Гелий 4.002602			
2	Li Lithium Литий 6.941	Be Beryllium Бериллий 9.0122	B Boron Бор 10.811	C Carbonium Углерод 12.011	N Nitrogenium Азот 14.007	O Oxygenium Кислород 15.999	F Fluorium Фтор 18.998	Ne Neon Неон 20.179	Na Natrium Натрий 22.99	Mg Magnesium Магний 24.305	Al Aluminium Алюминий 26.9815	Si Silicium Кремний 28.086	P Phosphorus Фосфор 30.974	S Sulfur Сера 32.066	Cl Chlorium Хлор 35.453	Ar Argon Аргон 39.948	He Helium Гелий 4.002602			
3	Na Natrium Натрий 22.99	Mg Magnesium Магний 24.305	Al Aluminium Алюминий 26.9815	Si Silicium Кремний 28.086	P Phosphorus Фосфор 30.974	S Sulfur Сера 32.066	Cl Chlorium Хлор 35.453	Ar Argon Аргон 39.948	Na Natrium Натрий 22.99	Mg Magnesium Магний 24.305	Al Aluminium Алюминий 26.9815	Si Silicium Кремний 28.086	P Phosphorus Фосфор 30.974	S Sulfur Сера 32.066	Cl Chlorium Хлор 35.453	Ar Argon Аргон 39.948	He Helium Гелий 4.002602			
4	K Kalium Калий 39.098	Ca Calcium Кальций 40.08	Sc Scandium Скандий 44.956	Ti Titanium Титан 47.90	V Vanadium Ванадий 50.941	Cr Chromium Хром 51.996	Mn Manganum Марганец 54.938	Fe Ferrum Железо 55.847	Co Cobaltum Кобальт 58.933	Ni Niccolum Никель 58.70	K Kalium Калий 39.098	Ca Calcium Кальций 40.08	Sc Scandium Скандий 44.956	Ti Titanium Титан 47.90	V Vanadium Ванадий 50.941	Cr Chromium Хром 51.996	Mn Manganum Марганец 54.938	Fe Ferrum Железо 55.847	Co Cobaltum Кобальт 58.933	Ni Niccolum Никель 58.70
5	Rb Rubidium Рубидий 85.468	Sr Strontium Стронций 87.62	Y Yttrium Иттрий 88.906	Zr Zirconium Цирконий 91.22	Nb Niobium Нйбий 92.906	Mo Molybdenum Молибден 95.94	Tc Technetium Технеций 97.91	Ru Ruthenium Рутений 101.07	Rh Rhodium Родий 102.905	Pd Palladium Палладий 106.4	Rb Rubidium Рубидий 85.468	Sr Strontium Стронций 87.62	Y Yttrium Иттрий 88.906	Zr Zirconium Цирконий 91.22	Nb Niobium Нйбий 92.906	Mo Molybdenum Молибден 95.94	Tc Technetium Технеций 97.91	Ru Ruthenium Рутений 101.07	Rh Rhodium Родий 102.905	Pd Palladium Палладий 106.4
6	Cs Cesium Цезий 132.905	Ba Barium Барий 137.33	La* Lanthanum Лантан 138.9055	Hf Hafnium Гафний 178.49	Ta Tantalum Тантал 180.9479	W Wolframium Вольфрам 183.85	Re Rhenium Рений 186.207	Os Osmium Осмий 190.2	Ir Iridium Иридий 192.22	Pt Platinum Платина 195.08	Cs Cesium Цезий 132.905	Ba Barium Барий 137.33	La* Lanthanum Лантан 138.9055	Hf Hafnium Гафний 178.49	Ta Tantalum Тантал 180.9479	W Wolframium Вольфрам 183.85	Re Rhenium Рений 186.207	Os Osmium Осмий 190.2	Ir Iridium Иридий 192.22	Pt Platinum Платина 195.08
7	Fr Francium Франций [223]	Ra Radium Радий [226]	Ac** Actinium Актиний [227]	Rf Rutherfordium Фезерфордий [261]	Du Dubnium Дубний [262]	Sg Seaborgium Сиборгий [263]	Bh Bohrium Борий [264]	Hs Hassium Хассий [265]	Mt Meitnerium Мейтнерий [266]	[269]	Fr Francium Франций [223]	Ra Radium Радий [226]	Ac** Actinium Актиний [227]	Rf Rutherfordium Фезерфордий [261]	Du Dubnium Дубний [262]	Sg Seaborgium Сиборгий [263]	Bh Bohrium Борий [264]	Hs Hassium Хассий [265]	Mt Meitnerium Мейтнерий [266]	[269]
формлы летучих оксидов	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RH ₄	RO ₂	RO ₃	RH ₂	R ₂ O ₇	RH											
формлы летучих одноородных соединений																				
ЛАНТАНОИДЫ*	Ce Cerium Церий 140.12	Pr Praseodymium Прозаксидий 140.908	Nd Neodymium Неодим 144.24	Sm Samarium Самарий 150.36	Eu Europium Европий 151.96	Gd Gadolinium Гадолиний 157.25	Tb Terbium Тербий 158.926	Dy Dysprosium Дипрозий 162.50	Ho Holmium Гольмий 164.930	Er Erbium Эрбий 167.26	Tm Thulium Тулий 168.934	Yb Ytterbium Иттербий 173.04	Lu Lutetium Лютеций 174.967							
АКТИНОИДЫ**	Th Thorium Торий 232.038	Pa Protactinium Протаксидий 231.04	U Uranium Уран 238.03	Pu Plutonium Плутоний 244.06	Am Americium Америций 247.07	Cm Curium Кюриум 247.07	Bk Berkelium Берклиум 247.07	Cf Californium Калифорний 251.08	Es Einsteinium Эйнштейний 252.08	Fm Fermium Фермий 257.10	Md Mendelevium Менделевий 258.10	No Nobelium Нобелий 259.10	Lr Lawrencium Лавренсий 260.10							

Символ элемента: Ar

Относительная атомная масса: 39.948

Периодический номер: 18

Название элемента: Аргон

Распределение электронов на энергетических уровнях: 2, 8, 8

Рис. А.4. Таблица Менделеева.