

САМАРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДЛЯ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ
САМАРСКАЯ ОБЛАСТНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

УСЛОВИЯ КОНКУРСНЫХ ЗАДАЧ
**ОТКРЫТОЙ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ОЛИМПИАДЫ
ПО АСТРОНОМИИ им. Ф.А. БРЕДИХИНА**
СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 10-11 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 10-11 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 10-11 классов. Сезон: 2023-2024, Тип № 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. «Достопримечательности созвездий земного небосвода»**

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

1. Астеризм "Малый Ковш"? (1 балл)

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

2. Одно из самых больших рассеянных скоплений, Гиады? (1 балл)

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

3. Южный полюс эклиптики? (1 балл)

а) Сетка	б) Часы	в) Золотая рыба
г) Живописец	д) Столовая гора	е) Хамелеон

4. Одна из самых ярких галактик северной полушеры небосвода, М33? (1 балл)

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

5. Апекс Солнечной системы? (1 балл)

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

6. Северный полюс галактики Млечный Путь? (1 балл)

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

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

а) Дельфин	б) Рак	в) Стрела
г) Телец	д) Кассиопея	е) Геркулес

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

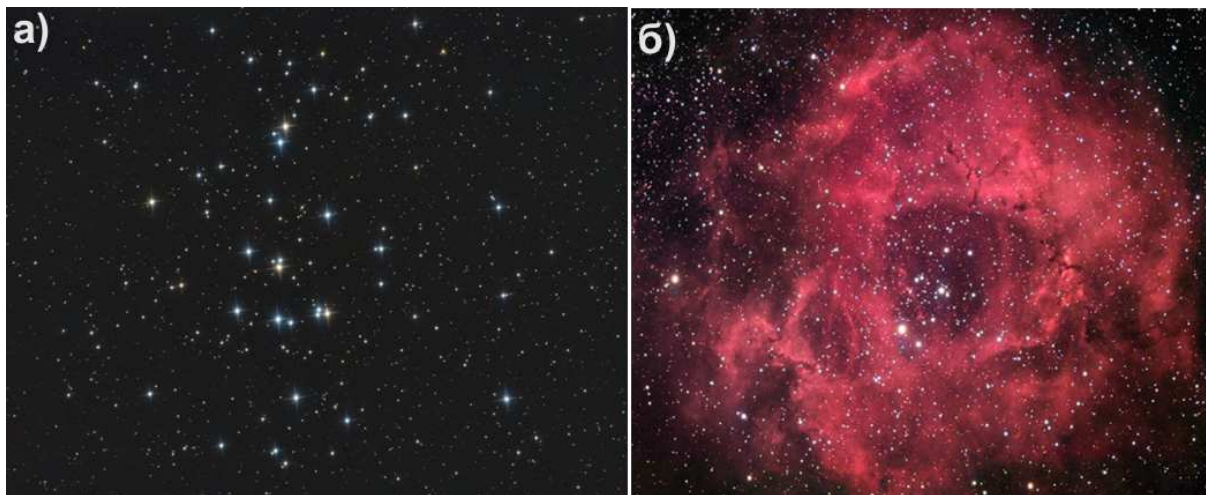


Рис. 1. Фотографии некоторых объектов глубокого космоса.

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

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

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

№2. «Луна и ее фазы»

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 новолуния? (1 балл)

2. Какой вид приобретает Луна (указать номер соответствующего образа) спустя 22.1 суток после начала синодического месяца? (1 балл)

3. В какой фазе Луна, как правило, видна после заката Солнца и до полуночи, в западной стороне небосвода? (1 балл)

4. В каких фазах (укажите номера рисунков) Луну можно наблюдать позже первой четверти, но раньше последней четверти? (0.5 балла за кадр)

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

№3. «Характеристики некоторых спутников»

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

1. Среднюю массовую плотность Луны и Ганимеда. (2 балла за одно значение)

2. Ускорение свободного падения у поверхностей Луны и Ганимеда. (2 балла за одно значение)

3. Первую космическую скорость у поверхностей Луны и Ганимеда. (2

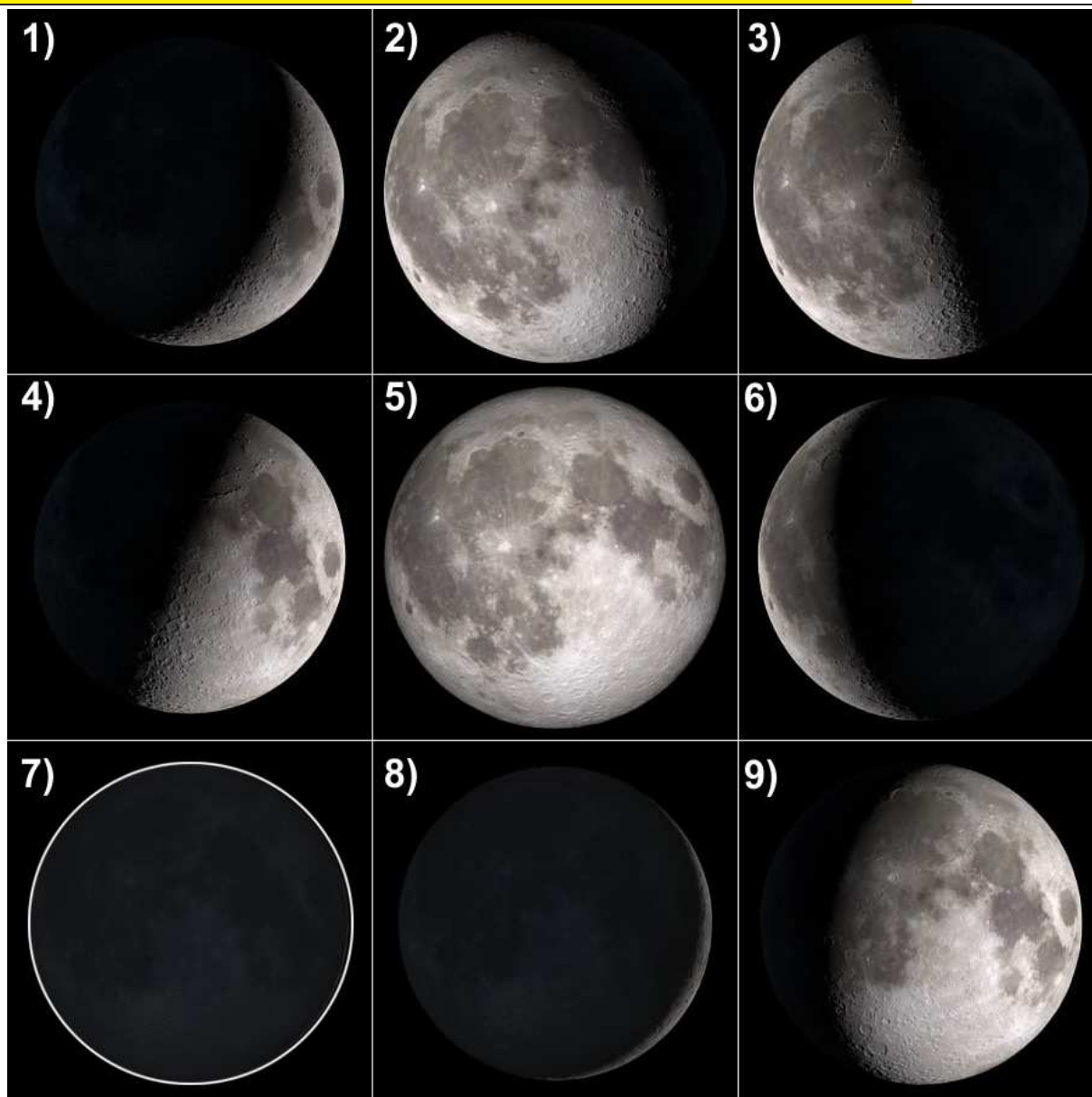


Рис. 2. Луна в различных фазах.

балла за одно значение)

№4. «Фотография затмения»

На рис. 4 представлена фотография затмения, наблюдавшегося с территории Северного географического полушария, полученная с помощью телескопа с фильтром, ослабляющим исходный световой поток в 100 тысяч раз! Определите:

1. Какое небесное тело было затмеваемым, а какое – затмевающим? Ответ представить парой (цифра, буква). (1 балл за пару)

Небесное тело	
1. Затмеваемое тело	2. Затмевающее тело

Небесное тело					
А. Солнце	В. Земля	С. Луна	Д. Марс	Е. Венера	Ф. Юпитер

2. Какой вид затмения зафиксирован на фотографии? (1 балл)

Планета/ Спутник	Земля (1)	Луна (3)	Ганимед (2)
Масса, кг	$5.97 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$	$1.48 \cdot 10^{23}$
Радиус, км	?	?	?
Плотность, кг/м ³	5500	?	?
Ускорение св. падения, м/с ²	9.81	?	?
Первая космич. скорость, км/с	7.91	?	?

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



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

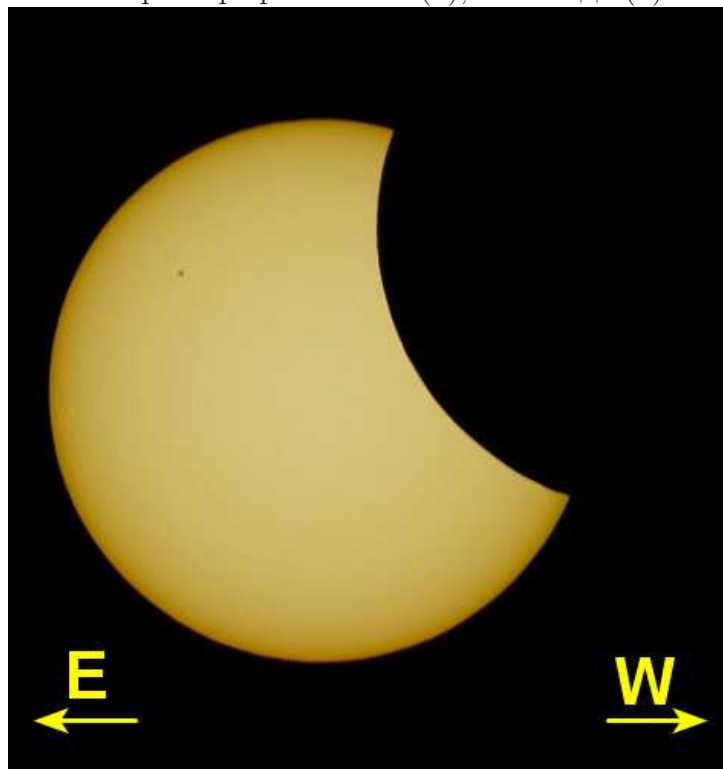


Рис. 4. Фотография затмения.

Вид затмения			
1. Частное	2. Полное	3. Кольцеобразное	4. Полутеневое
5. Невозможно определить			

3. В какой части затмения (по времени) сделана эта фотография? (1 балл)

Временная часть затмения		
1. Начало	2. Середина	3. Конец

4. Оцените фазу затмения в момент получения данной фотографии. (3 балла)

Уровень «Знаток» (уровень В)

Задача №5. «Сеанс дальней радиосвязи и ионосфера Земли»

В начале 20-х годов прошлого столетия советский ученый Шулейкин М. В. обнаружил в ионосфере Земли существование двух областей повышенной концентрации свободных электронов (в виде тонких сферических слоев): первый на высоте, равной 100 км, второй на высоте – 200 км. Дальнейшие исследования этих областей показали, что они играют роль «зеркал» для средних (с частотой $\nu_1 = 3 \cdot 10^5 \div 3 \cdot 10^6$ Гц) и коротких (с частотой $\nu_1 = 3 \cdot 10^6 \div 10^7$ Гц) радиоволн соответственно. Считая Землю шаром, определите:

1. Аналитическую зависимость расстояния (отсчитываемого вдоль поверхности Земли) между передающей и принимающей наземными радиостанциями, от высоты луча излучателя над горизонтом, вдоль которого отправляется радиоимпульс связи. К выводу искомой аналитической зависимости представьте схематичный рисунок, поясняющий ход Ваших рассуждений и демонстрирующий распространение радиоволн. (5 баллов)

2. Максимально возможное расстояние (отсчитываемое вдоль поверхности Земли), на которое можно передать радиопослание посредством средних и коротких волн. (3 балла)

3. Доли от площади поверхности всей Земли, которые составляют зоны покрытия радиосигналом средних и коротких волн для радиостанции, использующей для их распространения ионосферу Земли. (3 балла)

№6. «Форма рельефа и ее особенности»

На рис. 5 представлена форма рельефа (низменность) 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? (2 балла)

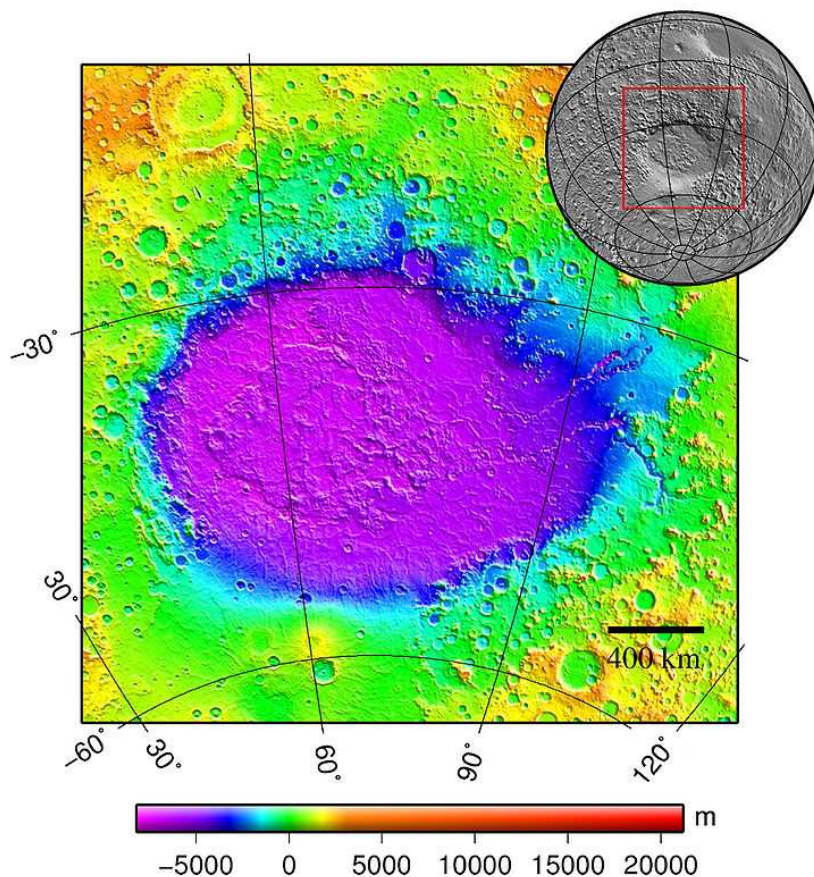


Рис. 5. Форма рельефа поверхности классической планеты.

Оцените:

3. Наибольшую протяженность данной низменности в направлении: **а)** с севера на юг и **б)** с запада на восток, если ее граница располагается на уровне -3000 метров (синяя граница) над средним уровнем поверхности планеты. (3 балла)

4. Площадь поверхности этой низменности (в км^2), полагая, что ее граница располагается на уровне -3000 метров (синяя граница) над средним уровнем поверхности планеты. (3 балла)

5. Долю, которую составляет площадь данной низменности от площади поверхности всей планеты? (3 балла)

№7. «Эклиптическая широта и склонение классической планеты»

Определите максимально широкий интервал возможных значений для

I) эклиптической широты	II) склонения
-------------------------	---------------

классической планеты в приближении:

1) круговой	2) эллиптической орбиты
A) в данный момент	Б) на большом временном интервале.

Изменением кеплеровых элементов орбиты классической планеты (кроме углового расстояния перигелия) на большом временном интервале пренебречь. Численный анализ выполнить на примере 7 классических планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. (14 баллов)



Рис. 6. Фазы Венеры с февраля по июнь 2004 года.

№8. «Эволюция образа Венеры»

На рис. 6 представлен коллаж фотографий Венеры в различных фазах, полученных с февраля по июнь 2004 года в средних северных широтах. Полагая, что орбиты Земли и Венеры являются круговыми, определите:

1. Образ Венеры от какого числа соответствует конфигурации нижнего соединения? Свой ответ поясните. (1 балл)
2. Образ Венеры от какого числа был наиболее близок к конфигурации наибольшей восточной элонгации? Свой ответ обоснуйте строго математически. (2 балла)
3. Отношение угловых диаметров видимого диска Венеры в конфигурациях нижнего соединения и наибольшей восточной элонгации, посредством аналитических расчетов и по фотографии. Сравните полученные значения. (3 балла)
4. Почему терминатор не проходит через центр видимого диска планеты в наибольшей восточной элонгации? Именем какого ученого назван соответствующий оптический эффект? (2 балла)
5. Спустя какое количество дней после верхнего соединения Венеры автор коллажа начал ее фотографировать? Чему был при этом равен угол ее

элонгации? (4 балла)

6. Оцените среднюю поверхностную яркость (в зв. величинах на квадратную угловую секунду и квадратную угловую минуту) освещенной части видимого диска Венеры в наибольшей восточной элонгации, если ее видимая звездная величина в этот момент составляла -4.5^m . (2 балла)

№9. «Телескоп им. Э. Хаббла и поиск внеземной цивилизации»

Как известно, телескоп им. Э. Хаббла способен фиксировать звезды с звездной величиной вплоть до $+30^m$.

1. Чему равно максимально возможное расстояние до звезды, подобной Солнцу, которую еще может обнаружить этот телескоп в диске нашей Галактики, если межзвездное поглощение света, распространяющегося в его теле, составляет $0.002^m/\text{пк}$? При вычислении расстояния необходимо представить вывод формулы, связывающей видимую и абсолютную звездные величины звезды с расстоянием до нее и учитывающей межзвездное поглощение света. (6 баллов)

2. Какую часть диска Галактики способен обозревать телескоп в поисках звезд, подобных Солнцу? Диаметр диска Галактики равен 30 кпк, а толщина диска – 0.3 кпк. (3 балла)

3. Какое количество солнцеподобных звезд, в принципе, способен наблюдать телескоп в диске Галактики, если последние распределены по нему равномерно, а их концентрация составляет 0.0033 пк^{-3} ? (2 балла)

4. В каком ближайшем году следует ожидать землянам ответа на первое радио послание (Cosmic Call), отправленное разумной цивилизации в 1999.6 году в рамках проекта METI, в предположении, что последняя обитает в окрестности ближайшей солнцеподобной планеты и тратит пренебрежимо малое время на обработку послания и отправку ответа на той же частоте. (3 балла)

№10. «Треки двух звезд»

С использованием неподвижной зеркальной фотокамеры с широкоугольным объективом была выполнена съемка звезд. При этом главная оптическая ось объектива был ориентирована строго на северный полюс мира. В результате была получена фотография звездных треков. При детальном анализе фотографии было выявлено, что

а) отношение средних значений поверхностных яркостей кольцевых треков двух звезд северной полусферы небосвода, видимые звездные величины которых равны соответственно $m_1 = 1^m$, $m_2 = 6^m$, есть $\alpha = B_1/B_2 = 5$;

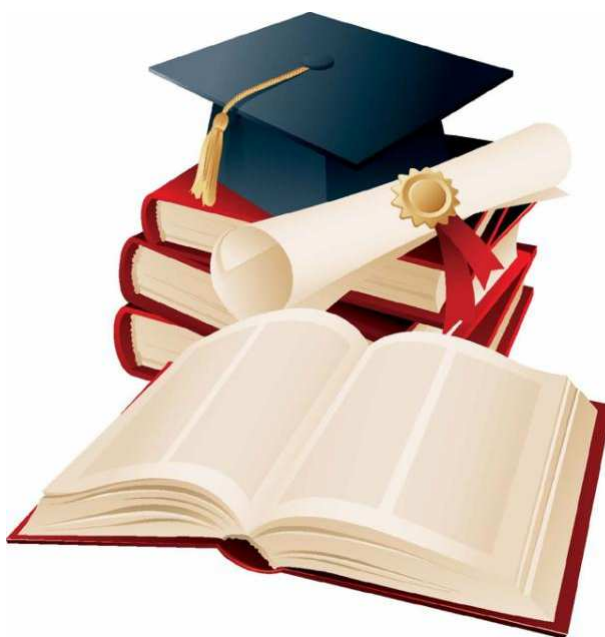
б) отношение ширин (h) треков на снимке составляет $\beta = h_1/h_2 = 2.0$;

в) отношение телесных углов, соответствующих шаровым сегментам небесной сферы, заключенным внутри суточных параллелей этих звезд, составляет $z = \Omega_1/\Omega_2 \geq 51$.

Определите минимально возможное склонение (δ_{\min}) звезды, ближайшей к полюсу мира. Рассчитайте соответствующее значение склонения второй звезды. При каком значении z склонения звезд достигают своих экстремальных значений? (15 баллов)



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

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

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

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

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

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

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. альбедо	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

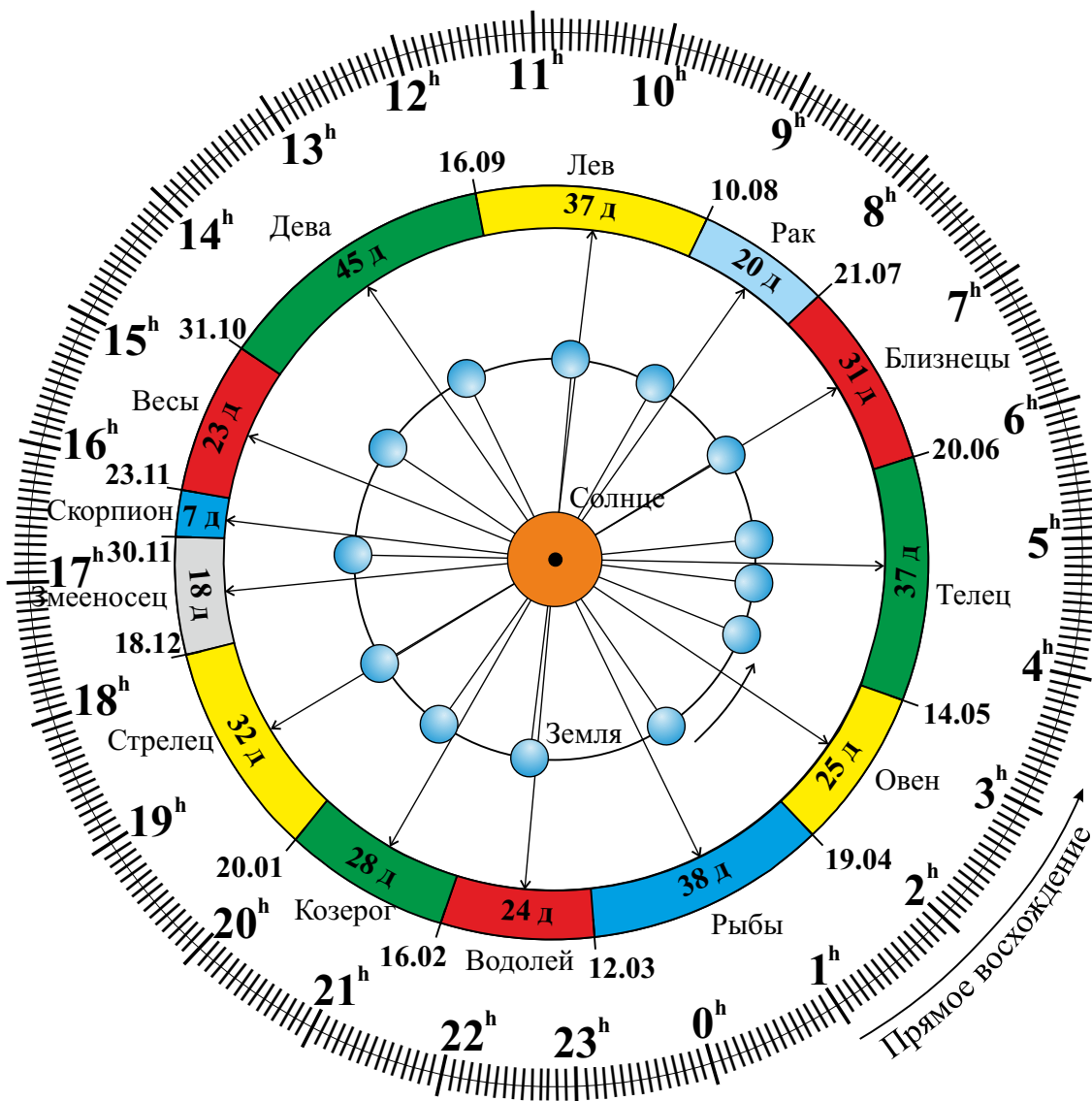


Рис. А.1. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике.

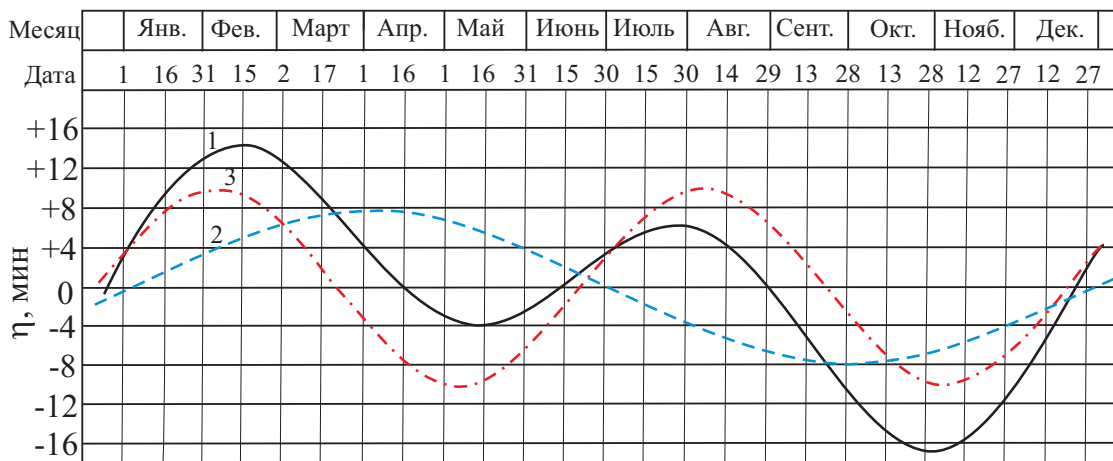


Рис. А.2. График уравнения времени: 1 – уравнение времени, 2 – уравнение центра, 3 – уравнение от наклона эклиптики.

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	K0IIIb	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

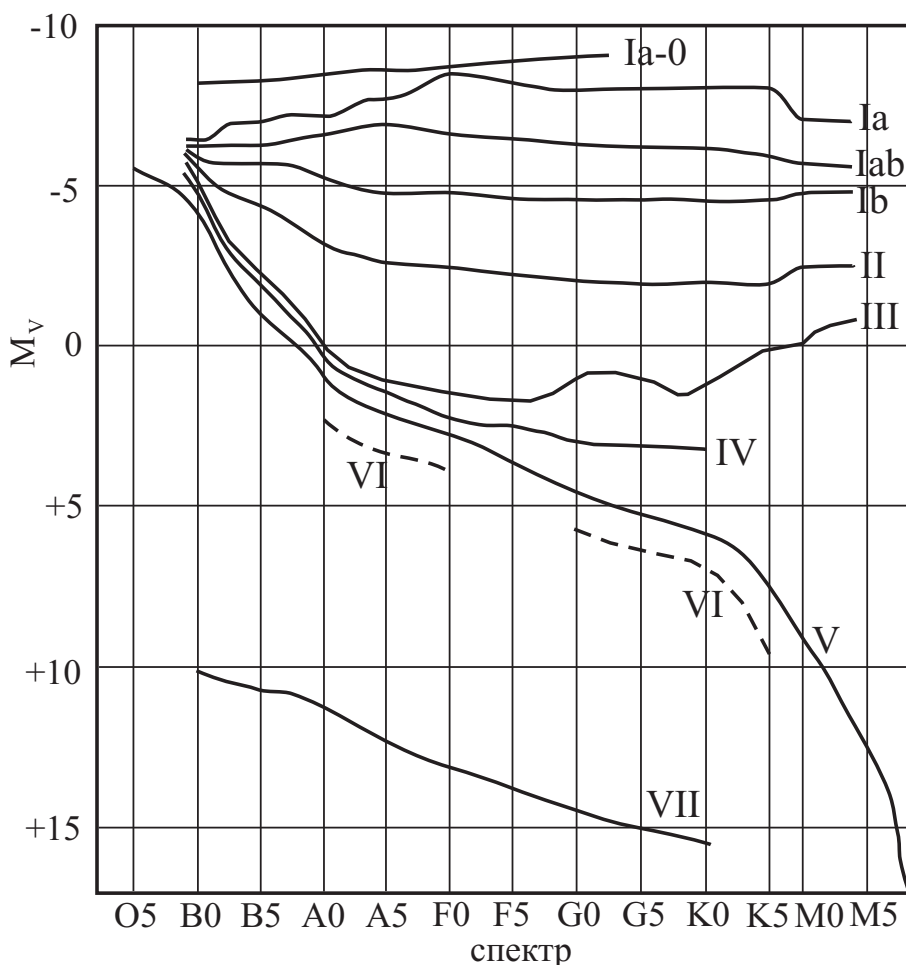


Рис. А.3. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.

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				
	(H)	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl		Ar			
1	1 1.00794 Hydrogenium Водород	3 6.941 Lithium Литий	4 9.0122 Beryllium Бериллий	5 10.811 Boron Бор	6 12.011 Carbonium Углерод	7 14.007 Nitrogenium Азот	8 15.999 Oxygenium Кислород	9 18.998 Fluorium Фтор	10 20.179 Neon Неон	11 22.99 Sodium Натрий	12 24.305 Magnesium Магний	13 26.9815 Aluminium Алюминий	14 28.086 Silicium Кремний	15 30.974 Phosphorus Фосфор	16 32.066 Sulfur Сера	17 35.453 Chlorium Хлор	18 39.948 Argon Аргон	19 39.948 Argon Аргон			
2	19 39.098 Potassium Калий	20 40.08 Calcium Кальций	21 44.956 Scandium Скандий	22 47.90 Titanium Титан	23 50.941 Vanadium Ванадий	24 54.938 Manganese Марганец	25 55.847 Iron Железо	26 58.933 Cobaltum Кобальт	27 58.933 Cobaltum Кобальт	28 58.70 Nickelium Никель	29 63.546 Cuprum Медь	30 65.39 Zincum Цинк	31 69.72 Gallium Галлий	32 72.59 Germanium Германий	33 74.992 Arsenicum Мышьяк	34 78.96 Selenium Селен	35 79.904 Bromium Бром	36 83.80 Kryptonium Криптон	37 85.468 Rubidium Рубидий		
3	37 85.468 Rubidium Рубидий	38 87.62 Strontium Стронций	39 88.906 Yttrium Иттрий	40 91.22 Zirconium Цирконий	41 92.906 Niobium Нйбий	42 95.94 Molybdenum Молибден	43 97.91 Technetium Технеций	44 101.07 Ruthenium Рутений	45 102.905 Rhodium Родий	46 106.4 Palladium Палладий	47 107.868 Silverum Серебро	48 112.41 Cadmium Кадмий	49 114.82 Indium Индий	50 118.71 Tinnum Олово	51 121.75 Antimony Сурьма	52 127.60 Tellurium Теллур	53 126.9045 Iodum Иод	54 131.29 Xenonum Ксенон	55 132.905 Cesium Цезий		
4	79 196.967 Aurum Золото	80 200.59 Mercurium Ртуть	81 204.38 Thallium Таллий	82 207.19 Leadum Свинец	83 208.980 Bismuthum Висмут	84 209.99 Polonium Полоний	85 209.99 Astatium Астат	86 210 Radonum Радон	87 223 Francium Франций	88 226 Radium Радий	89 227 Actinium Актиний	90 232 Thorium Торий	91 231.04 Protactinium Протактиний	92 238.03 Uranium Уран	93 237.05 Neptunium Нептуний	94 244.06 Plutonium Плутоний	95 244.06 Americium Америций	96 247.07 Curium Кюрий	97 247.07 Berkelium Берклий	98 251.08 Californium Калифорний	
5	107.868 Silverum Серебро	112.41 Cadmium Кадмий	114.82 Indium Индий	118.71 Tinnum Олово	121.75 Antimony Сурьма	127.60 Tellurium Теллур	126.9045 Iodum Иод	131.29 Xenonum Ксенон	132.905 Cesium Цезий	137.07 Barium Барий	138.9055 Lanthanum Лантан	140.12 Cerium Церий	140.908 Praseodymium Прозодимий	144.24 Neodymium Неодим	150.37 Europium Европий	151.96 Gadolinium Гадолиний	157.25 Terbium Тербий	162.50 Dysprosium Диспрозий	164.930 Holmium Гольмий	167.26 Erbium Эрбий	
6	196.967 Aurum Золото	200.59 Mercurium Ртуть	204.38 Thallium Таллий	207.19 Leadum Свинец	208.980 Bismuthum Висмут	209.99 Polonium Полоний	209.99 Astatium Астат	210 Radonum Радон	223 Francium Франций	226 Radium Радий	227 Actinium Актиний	232 Thorium Торий	231.04 Protactinium Протактиний	238.03 Uranium Уран	237.05 Neptunium Нептуний	244.06 Plutonium Плутоний	247.07 Americium Америций	251.08 Curium Кюрий	254.10 Berkelium Берклий	259.10 Californium Калифорний	
7	223 Francium Франций	226 Radium Радий	227 Actinium Актиний	232 Thorium Торий	231.04 Protactinium Протактиний	238.03 Uranium Уран	237.05 Neptunium Нептуний	244.06 Plutonium Плутоний	247.07 Americium Америций	251.08 Curium Кюрий	254.10 Berkelium Берклий	259.10 Californium Калифорний	264.10 Einsteinium Эйнштейний	267.10 Fermium Фермий	269.10 Mendelevium Менделеев	271.10 Nobelium Нобелий	274.10 Lawrencium Лавренсий	277.10 Tennessium Теннессиум	281.10 Oganesson Оганессон	285.10 Tennessium Теннессиум	289.10 Oganesson Оганессон

Символ элемента Относительная атомная масса Порядковый номер

Название элемента Распределение электронов на энергетических уровнях

Рис. А.4. Таблица Менделеева.