

САМАРСКИЙ ДВОРЕЦ ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА
САМАРСКАЯ ОБЛАСТНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА

УСЛОВИЯ КОНКУРСНЫХ ЗАДАЧ
ЗАОЧНОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ
SAMRAS-2020

СРЕДИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 8-9 КЛАССОВ.

ТУР № 1



Самара, 2019 г.

Дорогие Друзья!

Вашему вниманию в данном релизе представлены 18 оригинальных задач трех уровней сложности – «Новичок» (уровень А), «Знаток» (уровень В) и «Профи» (уровень С). Задачи составлены в соответствии с *Перечнем вопросов, рекомендуемых Центральной предметной методической комиссией Всероссийской Олимпиады школьников по астрономии для подготовки обучающихся 8-9 классов к решению задач ее заключительного этапа.*

При использовании материалов релиза ссылка на документ обязательна!

Ссылка: «Условия конкурсных задач заочной олимпиады по астрономии SAMRAS-2020 среди обучающихся 8-9 классов. Тур № 1». – <https://sites.google.com/site/samrasolimp/tasks>

Памятка участника SamRAS-2020

1. Официальный сайт Астрошколы:

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

2. Официальная группа в VK:

<http://vk.com/samrasolimp>

3. Сроки подачи работ SamRAS-2020 тура № 1 на проверку:
15.10.2019-15.01.2020!!!

4. Электронный ящик SamRAS-2020:

samrasolimp@mail.ru

5. Руководство зарегистрированного участника заочной олимпиады по астрономии SamRAS-2020:

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

ИЛИ

https://vk.com/doc-57032141_451699934

УСЛОВИЯ ЗАДАЧ



Дорогие Друзья!

Прежде чем приступить к решению задач и оформлению отчета участника заочной олимпиады SamRAS-2020, внимательно ознакомьтесь с **«Руководством зарегистрированного участника заочной олимпиады по астрономии SamRAS-2020»!** Электронный адрес последнего указан в **Памятке участника.**

Уровень «Новичок» (уровень А)

Задача № 1. «Полностью незаходящие созвездия г. Самары»

Какие созвездия являются полностью незаходящими за горизонт в г. Самаре, если широта города составляет $\varphi = 53^\circ 12'$? (1 балл за каждое созвездие).

Задача № 2. «Отсутствие восходящих и заходящих светил»

В каких точках поверхности Земли не существует восходящих и заходящих небесных тел? Чему здесь равны а) зенитное расстояние ближайшего к зениту полюса мира, б) высота ближайшего к зениту полюса эклиптики? (3 балла).



Задача № 3. «Спутник с самой плотной атмосферой»

Спутник какой классической планеты обладает самой плотной атмосферой? Чему равно атмосферное давление у его поверхности? Какие химические соединения являются ее главными составляющими? (3 балла).

Рис. 1: фотография с просторов Рунета (автор не известен).

Задача № 4. «Фотография с просторов Рунета»

На одном из сайтов астрономической направленности появилась фотография неизвестного автора, представленная на рис. 1. При каких условиях эта

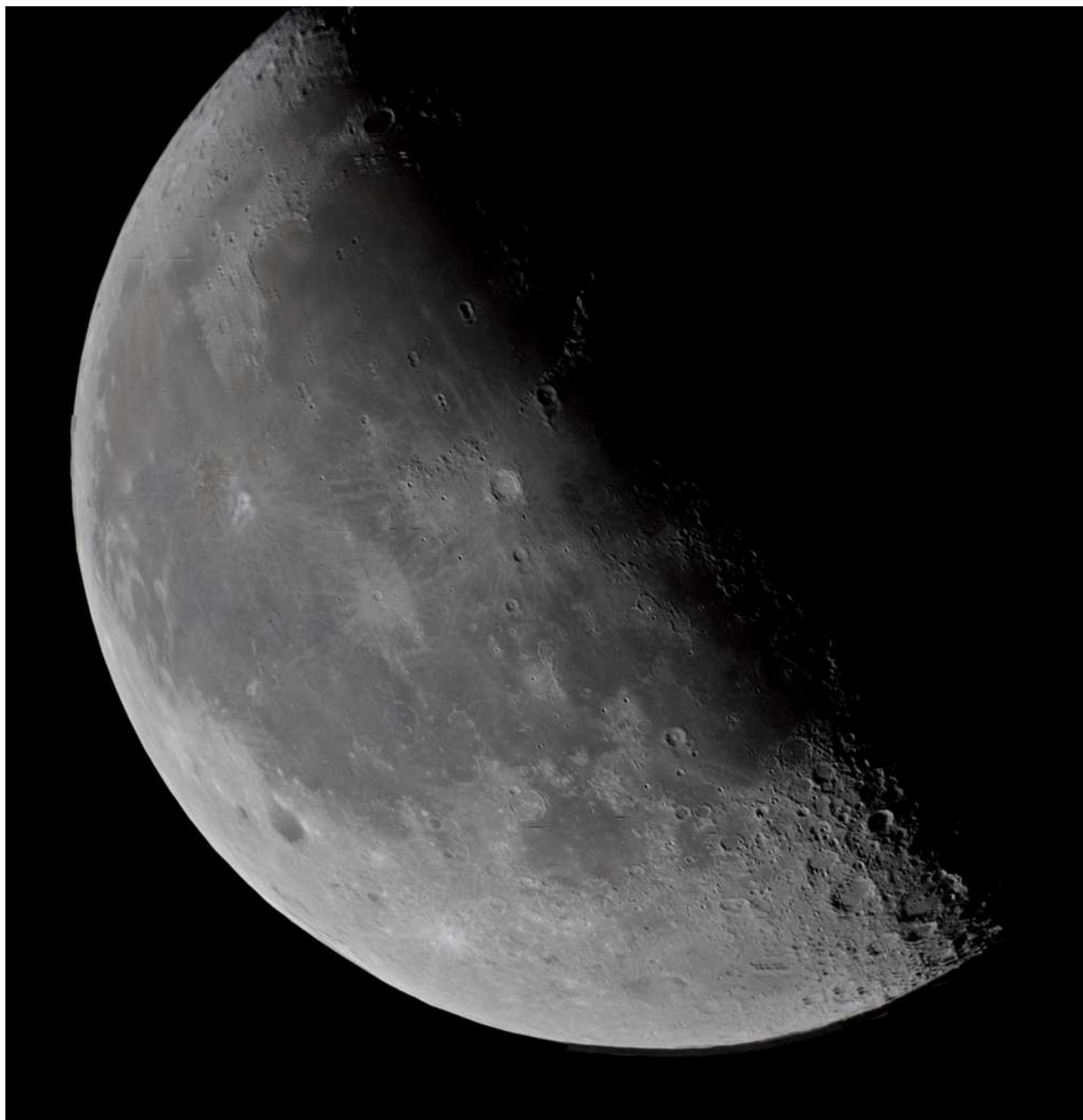


Рис. 2: фотография Луны (автор – Филиппов Ю.П.).

фотография могла быть получена? Свой ответ поясните. (4 балла).

Задача № 5. «Луна и кратер Коперник»

На рис. 2 представлена фотография Луны с достопримечательностями ее рельефа. Определите в а) какой фазе была получена фотография, если нижняя кромка кадра в момент съемки была параллельна горизонту, а изображение является прямым? б) в какое время суток была получена эта фотография? в) оцените по фотографии диаметр кратера Коперник? (4 балла).

Задача № 6. «Луна, Венера и их световые потоки»

Как известно, Луна в полнолуние имеет звездную величину $m_{\text{л}} = -12.7^{\text{m}}$, а Венера – в наибольшей элонгации $m_{\text{в}} = -4.7^{\text{m}}$. Какое количество таких планет как Венера, смогут создать световой поток, равный потоку света от полной Луны? (5 баллов).

№	Название	m	δ	α
1	Денебола (β Льва)	+2.14	+14°34'19"	11 ^h 49 ^m 03 ^s
2	Фомальгаут (α Южной Рыбы)	+1,16	−29°37'20"	22 ^h 57 ^m 39 ^s
3	Спика (α Девы)	+1.04	−11°09'41"	13 ^h 25 ^m 12 ^s
4	Антарес (α Скорпиона)	+0.91	−26°25'55"	16 ^h 29 ^m 24 ^s
5	Мирах (β Андромеды)	+2.07	+35°37'14"	01 ^h 09 ^m 43.9 ^s

Примечание: здесь m - видимая звездная величина звезды, δ , α – ее склонение и прямое восхождение.

Таблица 1: Примечательные звезды небосвода и их некоторые свойства.

Уровень «Знаток» (уровень В)

Задача № 7. «Солнечное затмение и корона Солнца»

На рис. 3 представлена фотография полного солнечного затмения, полученная 2 июля 2019 года. На фотографии отчетливо просматривается внешняя часть атмосферы Солнца, корона. Определите по данной фотографии: 1) степень солнечной активности на момент съемки, 2) положение солнечного экватора (укажите его положение на бумажной копии фотографии), 3) положение оси вращения Солнца (укажите ее положение там же). Свой ответ обоснуйте. (6 баллов).



Задача № 8. «Примечательные звезды небосвода и их некоторые свойства»

Вашему вниманию представлен список некоторых примечательных звезд небосвода (см. табл. 1). Определите, какая из указанных звезд

Рис. 3: фотография солнечного затмения, произошедшего 2 июля 2019 года (автор – Александр Обухов).

1. Самая яркая? Самая тусклая? (1 балл)
2. Принадлежит северной, а какая – южной полусфере? (1 балл)
3. Дальше других находится над горизонтом в г. Самаре ($\varphi_S = 53^\circ 12'$)? (1 балла)
4. Первой взойдет после восхода точки весеннего равноденствия? (1 балл)
5. Последней взойдет после восхода точки весеннего равноденствия? (1 балл)
6. Какие из указанных звезд не видны, в принципе, в г. Самаре? (2 балла)

Задача № 9. «Метеороиды, упавшие на Землю»

Как известно, масса метеоритного вещества, выпадающего ежесуточно на поверхность Земли, составляет около 100 тонн. Согласно современным оценкам, до Земли долетает лишь 1% от всей массы метеороидов, с которыми встречается наша планета. Определите массу метеороидного вещества, которое ежесуточно выпадало бы на Землю, если бы у нашей планеты не было атмосферы? Оцените толщину слоя этой массы вещества, если его равномерно распределить по поверхности планеты? Следует полагать его среднюю массовую плотность равной плотности свободного реголита Луны – $\rho_p = 0.8 \text{ г/см}^3$. (8 баллов).

Задача № 10. «Либрации Луны и взгляд за горизонт»

Как известно, Луна в своем орбитальном движении вокруг Земли испытывает покачивания, называемые *либрациями*. Выделяют 4 вида либраций: а) *либрацию по долготе*, имеет амплитуду $A_1 = 7^\circ 54'$, 2) *либрацию по широте* с амплитудой $A_2 = 6^\circ 50'$, 3) *суточную либрацию* с амплитудой $A_3 = 57'$ и 4) *физическую либрацию* с амплитудой $A_4 = 2'$. Чем обусловлен каждый вид либрации? Определите для каждого вида либрации долю той части поверхности спутника, которую мы способны увидеть с Земли лишь благодаря этому виду либрации? (8 баллов).

Задача № 11. «"Цифровой" масштаб фотографии»

Определите "цифровой" масштаб фотографии Луны (км на пиксель матрицы), полученной с помощью оптической системы, включающей в себя телескоп с фокусным расстоянием 1250 мм, диаметром 90 мм, и фотоаппарата с матрицей $N = 18 \text{ Мп}$, и кроп-фактором 1.6. (9 баллов).

Задача № 12. «Метеороиды, упавшие на Луну»

Опираясь на данные и результаты задачи № 9 настоящего релиза и полагая, что все возможные направления движения спорадических метеороидов в околоземном пространстве являются равновероятными, определите массу метеороидного вещества, выпадающего на поверхность Луны за один тропический год. Определите соответствующую толщину метеороидного вещества, если его равномерно распределить по поверхности спутника? (10 баллов).

Уровень «Профи» (уровень С)**Задача № 13. «ИВЗ для геоцентрического расстояния до центра масс системы "Земля-Луна"»**

С использованием справочных данных, представленных в приложении, определите интервал возможных значений (ИВЗ) для расстояния, определенного от центра масс системы «Земля-Луна» до центра Земли? (11 баллов).

Задача № 14. «ИВЗ для скорости центра Земли»

С использованием справочных данных и результатов решения предыдущей задачи, определите интервал возможных значений (ИВЗ) для орбитальной скорости центра масс Земли, относительно центра масс системы «Земля-Луна»? (12 баллов).

Задача № 15. «Объем и масса водяного льда в лунном кратере»

Предположим, что на селеноцентрической широте φ (аналог географической широты) поверхности Луны наблюдается кратер, имеющий форму параллелепипеда (это всего лишь упрощение для вычислений) с квадратным основанием, с размерами $a \times a$ и глубиной H . Определите, долю χ объема этого кратера, как функцию широты φ , в которую не будут попадать лучи солнечного света в момент верхней кульминации центрального светила. Считая, что в этой "области тени" может присутствовать водяной лед, оцените максимальную возможную массу $M_{\max}^{(\text{ice})}$ запасов водяного льда в данном кратере, как функцию широты φ . Постройте график зависимости $M_{\max}^{(\text{ice})}(\varphi)$ для кратера с размерами $a = 1$ км, $H = 0.3$ км и массовой плотностью льда $\rho_{\text{ice}} = 920$ кг/м³. Для каких значений φ данная функция достигает максимума? Чему равно соответствующее значение? (13 баллов).

Задача № 16. «Рефракция света и изменения статуса звезды»

Как известно, атмосферная рефракция света порождает множество интересных астрономических феноменов. Рассмотрим один из них. Некоторая звезда наблюдается в некотором пункте поверхности Земли. Именно благодаря рефракции она оказалась незаходящей в данном месте, а могла быть невозходящей, если бы не было атмосферы. На каких географических широтах возможен такой необычный феномен? Следует полагать, что угол рефракции достигает максимального значения у горизонта и составляет $\delta z = 35'$. (13 баллов).

Задача № 17. «Спутник связи в зените Самары»

Для обеспечения бесперебойной связи г. Самары с другими городами мира была предложена модель запуска искусственного спутника Земли, который находился бы максимально возможное время вблизи зенита г. Самары ($\varphi_S = 53^\circ 12'$). Какой должна быть орбита этого спутника? (14 баллов).

Задача № 18. «Аналемма и годичное движение Солнца»

На рис. 4 представлена **аналемма** – последовательность положений Солнца над горизонтом, зафиксированных в одном и том же месте наблюдения, в одно и тоже время суток, в течение года. Здесь указано положение математического горизонта. С использованием данной фотографии, определите:

1. Момент времени суток, в который производилась съемка (1 балл);
2. Положение небесного экватора (указать на бумажной копии фотогра-



Рис. 4: Аналемма (автор – Soronyai Gyorgy, 2018-2019).

- фии) (1 балл);
3. Угловой масштаб фотографии (2 балла);
 4. Причину асимметрии аналеммы. Не прибегая к расчетам, определите полушарие, из которого была выполнена съемка (2 балла);

5. Широту места съемки (3 балла);
 6. Минимальную и максимальную высоту Солнца в данном месте над горизонтом (2 балла);
 7. Направление годичного перемещения Солнца вдоль аналеммы (2 балла);
 8. Даты, в которые Солнце прошло "узел восьмерки" (2 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

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

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

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

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

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

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

А.6. Характеристики орбит планет

Планета	Большая полуось		Экс- цен- триси- тет	Наклон к плоскости эклипти- ки	Период обраще- ния	Синоди- ческий 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		Плот- ность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плос- кости орбиты	Гео- мет- рич. альбе- до	Вид. звезд- ная вели- чина*
	кг	массы Земли	км	ради- усы Зем- ли					
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

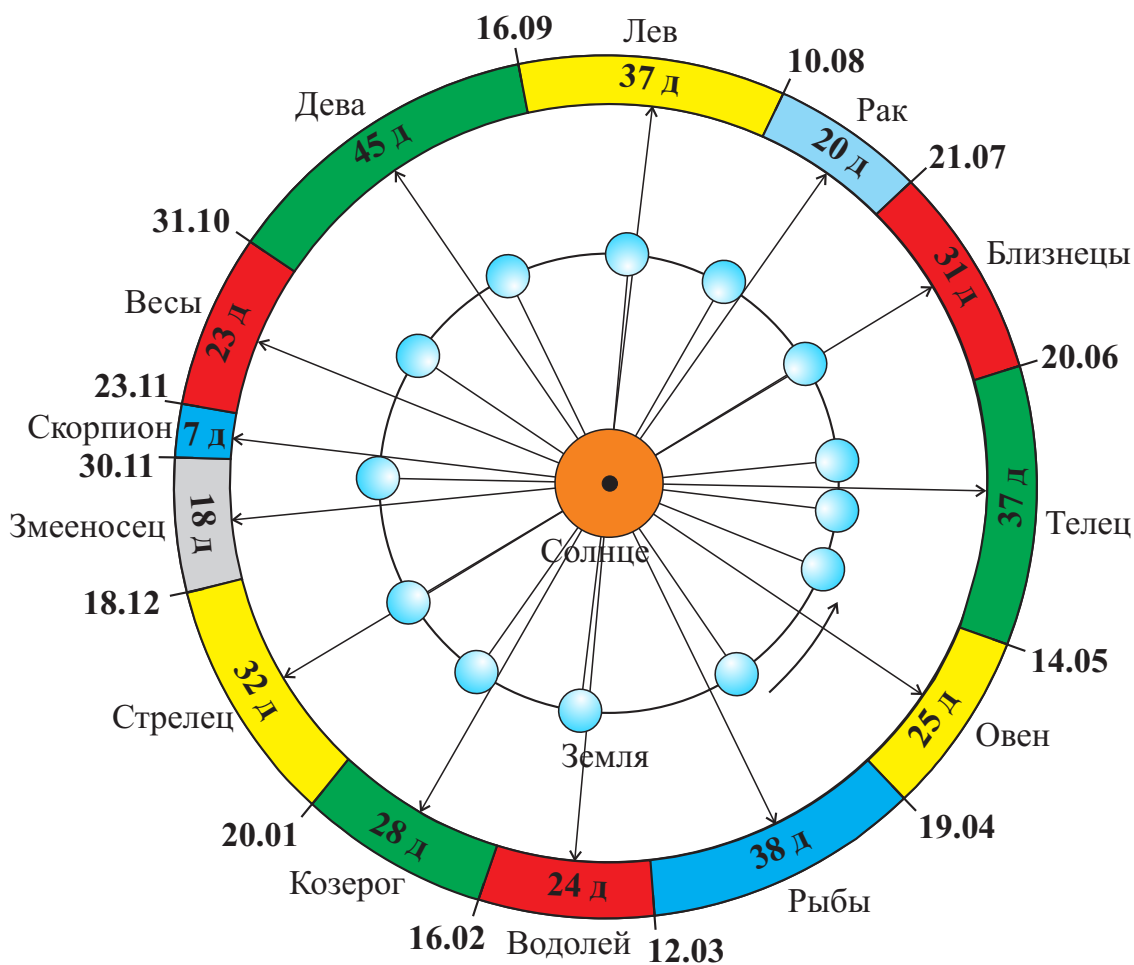


Рис. А.1. Диаграмма видимого годичного движения Солнца по эклиптике.

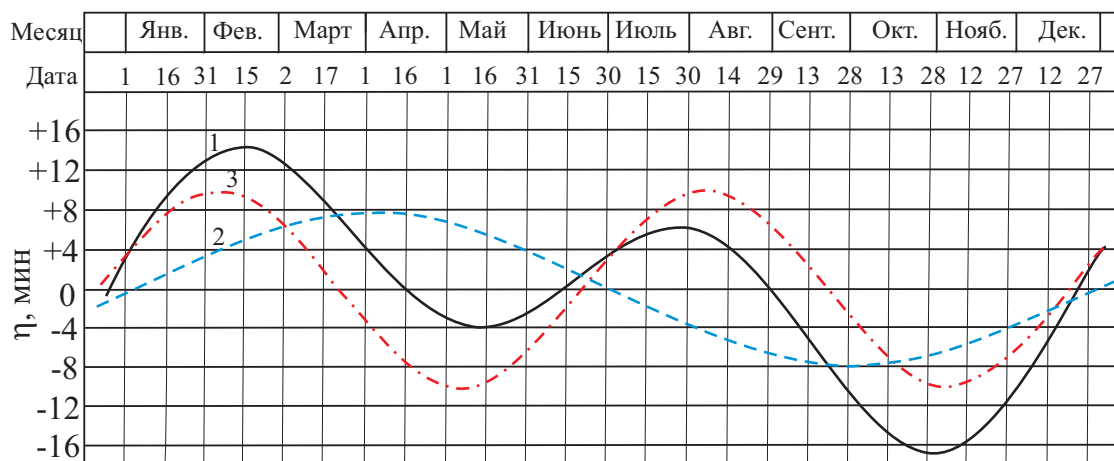


Рис. А.2. График уравнения времени: 1 – уравнение времени, 2 – уравнение центра, 3 – уравнение от наклона эклиптики.

А.10. Некоторые характеристики звезд

Болометрические поправки ΔM_b

Спектр	ΔM_b	Спектр	ΔM_b		
			Гл. последо- вательность	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

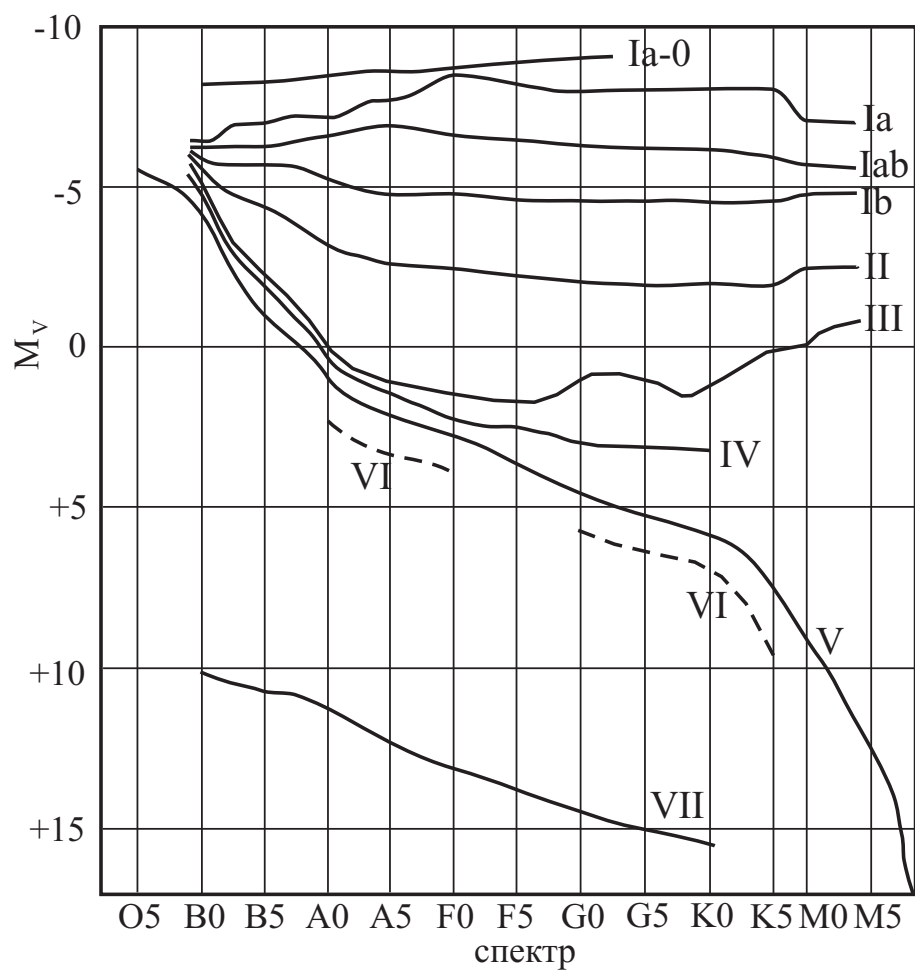


Рис. А.3. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	A	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	(H)												
2	Li Литий	Be Бериллий	B Бор	C Углерод	N Азот	O Кислород	F Фтор	Ne Неон	He Гелий				
3	Na Натрий	Mg Магний	Al Алюминий	Si Кремний	P Фосфор	S Сера	Cl Хлор	Ar Аргон	Ne Неон				
4	K Калий	Ca Кальций	Sc Скандий	Ti Титан	V Ванадий	Cr Хром	Mn Марганец	Fe Железо	Co Кобальт	Ni Никель			
5	Rb Рубидий	Sr Стронций	Y Иттрий	Zr Цирконий	Nb Ниобий	Mo Молибден	Tc Технеций	Ru Рутений	Rh Родий	Pd Палладий			
6	Cs Цезий	Ba Барий	La* Лантан	Hf Гафний	Ta Тантал	W Вольфрам	Re Рений	Os Осмий	Ir Иридий	Pt Платина			
7	Fr Франций	Ra Радий	Ac** Актиний	Rf Рифтердий	Db Дубний	Sg Сибургий	Bh Борий	Hs Хассий	Mt Мейтнерий	RO ₄			
8	Ce Церий	Pr Прозетимий	Nd Неодим	Pm Прометий	Sm Самарий	Eu Европий	Gd Гадолиний	Tb Тербий	Dy Диспрозий	Ho Гольмий	Er Эрбий	Tm Туллий	Yb Иттербий
9	Th Торий	Pa Протактиний	U Уран	Np Нептуний	Pu Плутоний	Am Америций	Cm Кюрий	Bk Берклий	Cf Калифорний	Es Эйнштейний	Fm Фермий	Md Менделевий	No Нобелий

Рис. А.4. Таблица Менделеева.