6-8 классы

1. Высота некоторого светила в момент, когда его астрономический азимут равнялся 0° составляла 29° , а когда азимут стал равен 180° , высота изменилась до значения -61° . Определите широту места наблюдения и склонение светила.
2. Церера обращается вокруг Солнца практически по круговой орбите с радиусом 2,77 а.е. К какому классу объектов Солнечной системы относится это космическое тело? В каком месте Солнечной системы оно располагается? Определите время полного оборота Цереры вокруг Солнца.
3. Вычислите (как можно точнее) высоту и зенитное расстояние центра Солнца в момент начала светового дня для наблюдателя, находящегося на экваторе Земли на уровне моря. Неровностями рельефа местности пренебречь.
4. Вокруг далёкой звезды в одной плоскости по круговым орбитам навстречу друг другу движутся две планеты. Радиусы орбит отличаются в 3 раза. Во сколько раз отличаются периоды обращения планет вокруг своей звезды? Через какие промежутки времени планеты сближаются на минимальное расстояние, если наименьший из периодов составляет 2 земных года?
5. Нижние кульминации звёзд *A* и *B* происходят на одинаковой высоте, а высоты верхних кульминаций отличаются по высоте на $\Delta h = 40^\circ$ и происходят на северной части небесного меридиана. При этом нижняя из звёзд никогда не поднимается выше горизонта. На каких географических широтах такое возможно? Сделайте поясняющие чертежи, которые соответствуют границам диапазона широт.
6. 3 ноября 2020 года произошло покрытие на 8 секунд звезды HIP 31816 ($7,6^m$) из созвездия Возничего астероидом Сильвания (519). Оцените, с какой угловой скоростью перемещался астероид на звёздном небе Земли во время покрытия, если известно, что в этот момент Сильвания находилась на расстоянии около 2 а.е. от Земли, размер астероида около 48 км. Как вы думаете, в каком месте Солнечной системы движется Сильвания? Ответ обоснуйте.

9 -11 классы

1. Юный любитель астрономии Петя хочет приобрести для своего телескопа-рефрактора (диаметр объектива 120 мм, а его фокусное расстояние 1200 мм) два новых окуляра, которые позволят ему получать максимальное (для наблюдений планет) и минимальное (для наблюдений ярких туманностей и галактик) угловое увеличение без лишних потерь света, собираемого телескопом. В том месте, где мальчик проводит наблюдения, атмосферные условия не позволяют разрешать углы менее 2". Помогите юному астроному рассчитать фокусные расстояния таких окуляров и угловые увеличения, которые можно с ними получить. Разрешающая способность глаза Пети около 2', диаметр его зрачка примерно 6 мм. Ограничение разрешающей способности телескопа, связанное с оптическими эффектами, не учитывайте, так как они малы по сравнению с качеством атмосферы. Разрешающей способностью называется минимальное угловое расстояние между точечными источниками света, при котором они не сливаются для наблюдателя в один.
2. Какой минимальной высоты вертикальную антенну необходимо разместить на полюсе Земли для уверенного приёма сигнала от геостационарного спутника. Учтите, что приём телевизионного сигнала может осуществляться только в пределах прямой видимости. Землю считайте шаром с радиусом 6400 км.
3. Визуальная звёздная величина звезды Капелла (α Возничего) равен $0^m,08$, её параллакс $0",077$, а у звезды Сададьсууд (β Водолея – ярчайшая звезда в этом созвездии) визуальная звёздная величина $3^m,07$ и параллакс $0",003$. Найдите отношение блесков и светимостей этих двух звёзд.
4. Известная звезда красный сверхгигант Бетельгейзе (α Ориона) обладает небольшой переменностью. Её блеск меняется от $0^m,2$ до $1^m,2$, а температура фотосферы при этом остаётся постоянной и равной 3600 К. В каких пределах изменяется радиус звезды? Бетельгейзе удалён от нас примерно на 720 световых лет.
5. Одна из самых красивых оптических двойных звёзд, доступных для наблюдения даже в бинокль, - звезда δ Лиры. Компоненты этой двойной: звезда красного цвета (видимая звёздная величина $4^m,42$, параллакс $0",0036$) и голубовато-белая звезда (видимая звёздная величина $5^m,58$, параллакс $0",00302$). Во сколько раз красная звезда излучает больше энергии за единицу времени в оптическом диапазоне? Найдите интегральную видимую звёздную величину двойной звезды.
6. Огма – звезда в созвездии Геркулеса, которая имеет минимум одну планету под названием Смертриос в своей системе. Абсолютная величина звезды 3.66^m , а её масса примерно $1,3M_{\odot}$ (массы Солнца) . Период обращения планеты вокруг Огмы составляет 2,88 земных суток. Считая орбиту Смертриоса круговой, найдите среднее расстояние от этой планеты до своей звезды. Оцените температуру на поверхности планеты, считая её абсолютно чёрным телом. Найдите светимость Огмы.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Основные физические и астрономические постоянные

Гравитационная постоянная $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$
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 $H = 72 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$

Данные о Солнце

Радиус $695\,000 \text{ км}$
Масса $1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Светимость $3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$
Спектральный класс G2
Видимая звездная величина -26.78^{m}
Абсолютная болометрическая звездная величина $+4.72^{\text{m}}$
Показатель цвета (B-V) $+0.67^{\text{m}}$
Температура поверхности около 6000К
Средний горизонтальный параллакс $8.794''$

Данные о Земле

Эксцентриситет орбиты 0.017
Тропический год 365.24219 суток
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 года: $23^\circ 26' 21.45''$
Экваториальный радиус 6378.14 км
Полярный радиус 6356.77 км
Масса $5.974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Средняя плотность $5.52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$

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 период обращения 27.321662 суток
Синодический период обращения 29.530589 суток
Радиус 1738 км
Масса $7.348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ 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}

Направление программы «Олимпиадная астрономия».
Дистанционный отборочный тур.

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА И ПЛАНЕТ

Планета	Масса		Радиус		Плотность	Период вращения вокруг оси	Наклон экватора к плоскости орбиты	Геометр. альбедо	Видимая звездная величина**
	кг	массы Земли	км	радиусы Земли					
Солнце	$1.989 \cdot 10^{30}$	332946	695000	108.97	1.41	25.380 сут	7.25	–	–26.8
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
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	–2.9
Юпитер	$1.899 \cdot 10^{27}$	317.94	71492	11.209	1.33	9.924 час	3.13	0.52	–2.9
Сатурн	$5.685 \cdot 10^{26}$	95.181	60268	9.4494	0.69	10.656 час	25.33	0.47	–0.5
Уран	$8.683 \cdot 10^{25}$	14.535	25559	4.0073	1.32	17.24 час*	97.86	0.51	5.7
Нептун	$1.024 \cdot 10^{26}$	17.135	24746	3.8799	1.64	16.11 час	28.31	0.41	7.8

* – обратное вращение.

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

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

Направление программы «Олимпиадная астрономия».
Дистанционный отборочный тур.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ

Спутник	Масса	Радиус	Плотность	Радиус орбиты	Период обращения	Геометрич. альbedo	Видимая звездная величина*
	кг	км	г/см ³	км	сут		m
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	0.2	~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 направление вращения.