



XXI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2014 г.

9 класс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

IX. 1 ✦ ТРОПИК И ПОЛЯРНЫЙ КРУГ

На некоторой планете сферической формы тропик вдвое длиннее полярного круга. Определите максимально возможную высоту одиночной центральной звезды на полярном круге. Угловыми размерами центральной звезды и рефракцией пренебречь.

IX. 2 ✦ ДВА ВОСХОДА

Два последовательных восхода планеты в некоторой точке экватора Земли разделены промежутком времени $24^{\text{ч}}03^{\text{м}}$. Что это за планета?

IX. 3 ✦ ПОЛЕТ НА СОЛНЦЕ

Всем известна шутка из фольклора времен СССР: «Товарищи космонавты! Американцы полетели на Луну, а вы первыми полетите на Солнце! И не бойтесь жары – ночью полетите». А в какое время суток на самом деле энергетически выгодней запустить одним импульсом с поверхности Земли космический аппарат, который должен будет подойти на близкое расстояние к Солнцу? Какова будет длительность такого перелета? Сопротивлением атмосферы пренебречь.

IX. 4 ✦ ВСТРЕЧАЯ РАССВЕТ

Какова продолжительность восхода Солнца в день весеннего равноденствия для первого наблюдателя на поверхности Земли и второго наблюдателя в самолете, летящем горизонтально со скоростью 250 м/с относительно поверхности на малой высоте в направлении с востока на запад? Считайте, что оба наблюдателя находятся на широте 60 градусов. Рефракцией пренебречь.

IX. 5 ✦ ВНЕ ФОКУСА

Перед фотографическими наблюдениями с линзовым астрографом (диаметр объектива 40 см, относительное отверстие 1/4) была допущена ошибка при фокусировке на 2 мм. Определите, каким будет угловое разрешение при наблюдениях.

IX. 6 ✦ ДАЛЕКАЯ СВЕРХНОВАЯ

Видимый поперечник у далекой галактики в небе Земли такой же, как у полной Луны, а реальный диаметр – 2.1 кпк. Можно ли будет увидеть в ней невооруженным глазом сверхновую звезду, аналогичную звезде Тихо Браге, которая вспыхнула в нашей Галактике на расстоянии 2.3 кпк и светила в небе Земли как Венера? Межзвездным поглощением пренебречь.



XXI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2014 г.

10 класс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Х. 1 ✦ ЭКВАТОР, ТРОПИК И ПОЛЯРНЫЙ КРУГ

На некоторой планете сферической формы длины экватора и тропика относятся так же, как и длины тропика и полярного круга. Определите максимально возможную высоту одиночной центральной звезды на полярном круге. Угловыми размерами центральной звезды и рефракцией пренебречь.

Х. 2 ✦ АПРЕЛЬ 2014

Во время XXI Всероссийской олимпиады по астрономии, 9 апреля 2014 г. в 1 час по московскому времени, наступит противостояние Марса, а 15 апреля в 12 часов по московскому времени – полное лунное затмение. Какое угловое расстояние разделит Луну и Марс в момент полной фазы затмения (при наблюдении в той зоне Земли, где они будут видны)? Орбиты Земли, Луны и Марса считать круговыми и лежащими в плоскости эклиптики. Суточный параллакс Луны не учитывать.

Х. 3 ✦ ХРУСТАЛЬНАЯ СФЕРА

В древности люди считали, что наш мир, содержащий Солнце, Землю и другие планеты, окружен хрустальной сферой, на которой располагаются звезды. Предположим, что вокруг Солнечной системы действительно есть сфера, причем совершенно прозрачная. На ней закреплены 6000 звезд со средней яркостью, соответствующей 4.8 звездной величине в небе Земли. Звезды светят равномерно во все стороны. Каков радиус этой сферы, если при наблюдении издалека она имеет такой же суммарный блеск, как и находящееся внутри нее Солнце?

Х. 4 ✦ В ПОГОНЕ ЗА ЗВЕЗДАМИ

Пилот самолета, движущегося со скоростью 800 км/ч, заметил, что альт-азимутальные координаты звезд остаются одинаковыми в течение всего полета длительностью в 6 часов. Определите, на сколько километров меньше пришлось бы преодолеть пилоту, если бы он летел кратчайшим маршрутом?

Х. 5 ✦ ВНЕ ФОКУСА

Перед фотографическими наблюдениями с линзовым астрографом (диаметр объектива 40 см, относительное отверстие 1/4) была допущена ошибка при фокусировке на 2 мм. Определите, каким будет угловое разрешение при наблюдениях. Оцените, насколько изменится предельная звездная величина на снимках, если при идеальной фокусировке диаметр звездных изображений в фокальной плоскости равен 0.1 мм.

Х. 6 ✦ РАСПАД СКОПЛЕНИЯ

Небольшое рассеянное звездное скопление состоит из 100 одинаковых звезд, не группирующихся в пары, и имеет радиус 1 пк. Через какое-то время скопление распадается, две его звезды образуют двойную систему, а остальные покидают область скопления по отдельности. Оцените расстояние между звездами в двойной системе. Начальные скорости звезд и их скорости после вылета из скопления считать малыми.



XXI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2014 г.

11 класс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

XI. 1 ✦ ГИГАНТСКИЙ МАЯТНИК

На северном полюсе далекой сферической планеты установили гигантский маятник Фуко. При наблюдении из точки подвеса маятника местное Солнце всегда было над горизонтом, касаясь его лишь раз в году. Груз маятника располагался вблизи поверхности планеты, а период колебаний составил 10 земных минут. Найдите среднюю плотность планеты. Наклон экватора планеты к плоскости ее орбиты вдвое меньше, чем у Земли. Атмосферными эффектами и угловыми размерами звезды пренебречь.

XI. 2 ✦ НЕБО СКОПЛЕНИЯ

На ясном дневном небе Земли можно с трудом увидеть Венеру, находящуюся в наибольшей элонгации от Солнца. Сколько звезд было бы видно на дневном небе Земли, находишь Солнце внутри шарового скопления радиусом 10 пк, состоящего из миллиона таких же, как Солнце, звезд, равномерно распределенных по объему скопления? Считать яркость фона неба одинаковой по всем направлениям.

XI. 3 ✦ ПЫЛЕВАЯ ОБОЛОЧКА

Вокруг звезды спектрального класса G2V на расстоянии 0.3 а.е. имеется пылевая оболочка толщиной 0.01 а.е. с концентрацией частиц 0.002 см^{-3} . Определите светимость и массу оболочки. Пылинки считать абсолютно черными телами радиусом 0.1 мкм, волновыми эффектами пренебречь.

XI. 4 ✦ ОСТЫВАЮЩИЙ КАРЛИК

Белый карлик имеет массу, равную массе Солнца, и радиус, равный радиусу Земли. Температура его поверхности равна 10 000 кельвин, температура недр – 10 млн кельвин. Оцените время, которое этот объект будет выглядеть как белый карлик, т.е. излучать энергию в видимом диапазоне, до превращения в черный карлик. Считать для простоты, что теплоемкость вещества белого карлика соответствует теплоемкости идеального газа.

XI. 5 ✦ ДВА ЗАТМЕНИЯ ПОДРЯД

На какое минимальное расстояние по поверхности Земли должен переместиться наблюдатель, чтобы иметь возможность увидеть два частных солнечных затмения, разделенных интервалом в один лунный месяц? Орбиты Земли и Луны считать круговыми.

XI. 6 ✦ КАТАЛОГ ЭЙТКЕНА

При составлении своего классического каталога двойных звезд американский астроном Роберт Грант Эйткен стремился отсеять оптические пары (звезды, не связанные друг с другом в пространстве), накладывая на двойные звезды ограничение:

$$\lg \rho < 2.8 - 0.2m.$$

Здесь ρ – угловое расстояние между компонентами в угловых секундах, а m – звездная величина более яркой из звезд. Оцените количество оптических двойных звезд с обеими компонентами ярче 6^m , которые все же могли попасть в каталог Эйткена. Считать, что 6000 звезд ярче 6^m распределены по небу случайным образом, а число звезд с видимой яркостью более J пропорционально $J^{-3/2}$.



XXI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2014 г.

9 класс

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

IX. 1 ✦ СПУТНИКИ ЮПИТЕРА

Вам даны четыре изображения Юпитера с галилеевыми спутниками, полученные с интервалами ровно в двое суток. Подпишите на каждом рисунке все четыре спутника. Обоснуйте свой выбор.

IX. 2 ✦ ЗВЕЗДНЫЙ ДОЖДЬ

Вам предложена фотография, полученная в период активности некоторого большого метеорного потока (негатив). Какой это метеорный поток? Отметьте, какие метеоры на фотографии а) достоверно принадлежат потоку; б) возможно, принадлежат потоку; в) не принадлежат этому потоку.

IX. 3 ✦ ЗЕМЛЯ В НЕБЕ ЛУНЫ

Перед Вами фотография Земли над лунным горизонтом, полученная с космического аппарата. Определите всемирное время, в которое она получена, и фазу Луны, видимую в этот момент на Земле. На прилагаемой карте видимого полушария Луны (северный полюс сверху) отметьте точку поверхности Луны, над которой сделана фотография. Считать высоту аппарата над Луной малой, либрациями Луны пренебречь.

IX/X.1

Сдайте этот лист вместе с решениями задач!

1



2



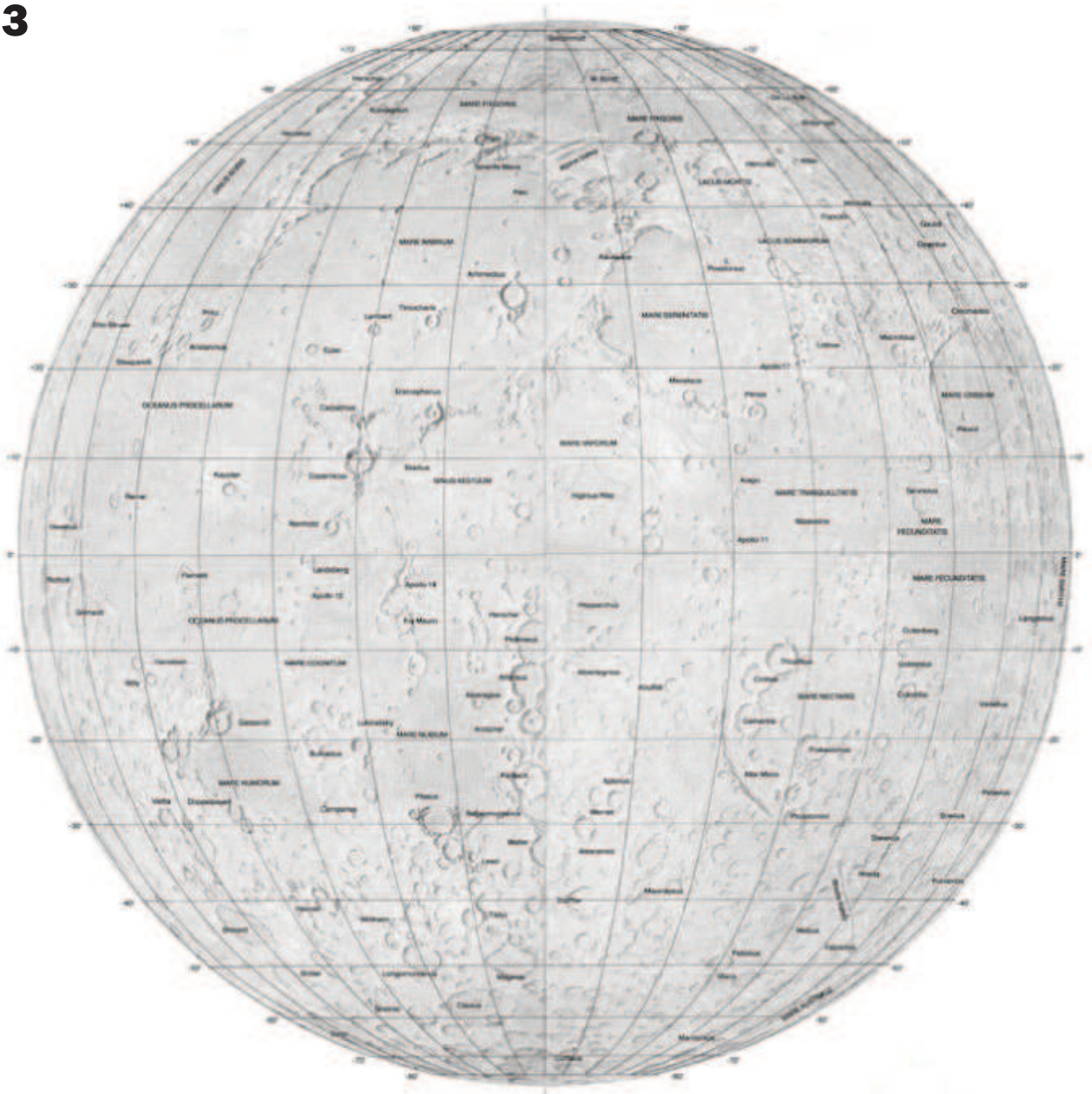
3



4



IX/X.3







XXI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2014 г.

10 класс

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

Х. 1 ✦ СПУТНИКИ ЮПИТЕРА

Вам даны четыре изображения Юпитера с галилеевыми спутниками, полученные с интервалами ровно в двое суток. Подпишите на каждом рисунке все четыре спутника. Обоснуйте свой выбор.

Х. 2 ✦ ЗВЕЗДНАЯ ФОТОМЕТРИЯ

В таблице приведена выписка из реального журнала наблюдений с UVV-фотометром на базе ФЭУ (фотоэлектронного умножителя), работающего в режиме счета фотонов. Наблюдения с ним выполняются по следующей схеме: стандарт – фон неба – переменная звезда – фон неба – стандарт и т.д. Время счета фотонов в каждом случае составляет 10 секунд, для каждого из объектов делается несколько экспозиций. Темновой ток (сигнал от неосвещенного ФЭУ) при этом не записывается, так как он входит в сигнал во всех случаях и при вычислении звездной величины переменной звезды автоматически учитывается. Измерения разных звезд и фона могут проводиться с разными диафрагмами (диаметром 27 или 13 угловых секунд), расположенными в фокальной плоскости. Определите звездную величину переменной звезды, поверхностную яркость фона неба в фильтрах В и V (в звездных величинах с 1 кв. угл. сек), если звездные величины стандарта «с» равны $m_{CB}=9.63$, $m_{CV}=8.18$. Оцените ошибку полученных значений.

Объект	Диафрагма	В	V
Стандарт «с»	27"	17000	22030
		17060	22040
		16980	21840
Фон	27"	225	183
		233	171
Переменная V1027 Cyg	13"	4317	11460
		4303	11590
		4256	11260
Фон	13"	79	69
		82	71
		81	65
		79	70
			71
			69
Стандарт «с»	27"	16930	22090
		16880	22100
		17050	21900
Фон	27"	228	179

Х. 3 ✦ ЗЕМЛЯ В НЕБЕ ЛУНЫ

Перед Вами фотография Земли над лунным горизонтом, полученная с космического аппарата. Определите всемирное время, в которое она получена, и фазу Луны, видимую в этот момент на Земле. На прилагаемой карте видимого полушария Луны (северный полюс сверху) отметьте точку поверхности Луны, над которой сделана фотография. Считать высоту аппарата над Луной малой, либрациями Луны пренебречь.



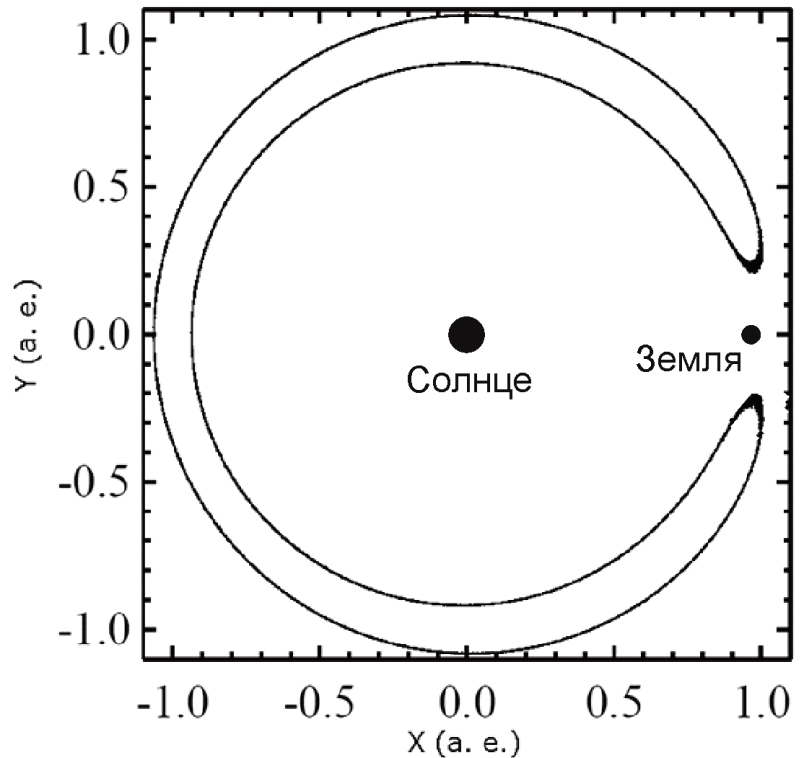
XXI Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
г. Великий Новгород, 2014 г.

11 класс

ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР

XI. 1 ✦ ПОДКОВА

Астероид 2010 SO16 движется вокруг Солнца по орбите, практически совпадающей с орбитой Земли. На рисунке (со стороны северного полюса эклиптики) представлена орбита астероида в системе отсчета, которая вращается вокруг Солнца вместе с Землей (Солнце и Земля в этой системе отсчета неподвижны). Траектория движения астероида в этой системе напоминает подкову. Определите направление движения астероида по «подкове» и оцените время, за которое завершается один обход «подковы» астероидом. Толщина «подковы» на рисунке для удобства увеличена в 20 раз, обе части «подковы» равноудалены от орбиты Земли.



XI. 2 ✦ ПЛАНЕТНАЯ ФОТОМЕТРИЯ

В таблице приведены результаты измерения яркости некоторых звезд и планет в относительных единицах в полосе V на разных зенитных расстояниях в течение одной ночи со стабильной ясной погодой. Звездные величины этих звезд по каталогу также приведены в таблице. Исходя из нее, определите величину атмосферного ослабления света в зените. Какой (в используемых единицах) была бы яркость звезды 0^m при отсутствии атмосферного ослабления? Определите по этим данным звездные величины Венеры и Юпитера также при отсутствии атмосферного ослабления.

XI. 3 ✦ МЕТЕОРНЫЙ РОЙ

На графиках приведена зависимость зенитного часового числа (ZHR) метеоров потока Персеиды от времени для периода активности этого потока в 2013 году. Данная величина есть число метеоров ярче 6.5^m, которое мог бы увидеть наблюдатель за один час на всей полусфере безлунного неба при радианте потока, расположенном в зените, без атмосферного поглощения. Второй график более подробно раскрывает ход зависимости ZHR вблизи максимума (12 августа).

Исходя из графиков, оцените, сколько метеорных частиц Персеид, вызывающих метеоры ярче 6.5^m в зените, попало в атмосферу Земли в 2013 году. Высоту метеоров считать равной 100 км. Считать, что число метеоров ярче величины m в некоторой области неба в $\sqrt{2.512}$ (или 1.6) раз больше числа метеоров ярче величины $(m - 1)$ в той же области неба за то же время. Атмосферной рефракцией пренебречь.

XI. 2

№ кадра	Объект	Зенитное расст., °	Яркость
1	Вега	45.75	5373
1	Денеб	23.86	1777
1	Капелла	55.94	4885
1	Юпитер	70.92	34167
2	Вега	49.89	4892
2	Денеб	28.04	1900
2	Капелла	52.33	4653
2	Юпитер	66.76	34271
2	Альдебаран	68.98	1802
3	Денеб	36.43	1601
3	Капелла	44.67	5598
3	Юпитер	58.36	37128
3	Альдебаран	60.65	2032
4	Денеб	44.57	1482
4	Капелла	36.60	5369
4	Юпитер	50.25	40194
4	Альдебаран	52.82	2044
4	Венера	70.95	189588

Объект	Зв. величина (V)
Вега	+0.03
Денеб	+1.25
Капелла	+0.08
Альдебаран	+0.85

XI. 3

