54-я Московская городская астрономическая олимпиада

Задания первого тура

Седьмой и более младшие классы

1. Почему на Луне много кратеров, а на Земле их меньше?
2. Смогут ли будущие жители Луны наблюдать корону Солнца во время солнечных затме­ний? При каких еще условиях ее можно будет наблюдать?
3. Можно ли в июле наблюдать созвездие Орла? Созвездие Ориона?
4. 8–10 мая 2000 года в соединение с Солнцем вступят сразу три ярких планеты — Меркурий, Юпитер и Сатурн. В каком созвездии они будут в это время находиться? Можно ли их будет наблюдать, и если да, то, в какое время суток?
5. Предположим, что сегодня Луна в фазе первой четверти покрывает звезду Альдебаран (α Тельца). Какой сейчас сезон года?

8–9 классы

1. Если бы Вам представилось бы выбрать место для новой обсерватории, работающей в оптическом диапазоне, то какие наиболее важные факторы Вы бы учли?
2. Телу на поверхности Земли сообщили в вертикальном направлении скорость, в точности равную первой космической скорости. Что будет происходить с этим телом? Сопротивлением атмосферы Земли можно пренебречь.
3. Среднее расстояние Луны от Земли равно 384400 км, а спутника Ио от планеты Юпитер — 421600 км. У какого из спутников период обращения вокруг планеты больше?
4. Какие значения может принимать фаза нашего естественного спутника в момент покрытия Венеры Луной?
5. 16 июля 2000 года произойдет полное лунное затмение, при котором Луна, находясь вблизи точки апогея своей орбиты, пройдет практически через центр земной тени. Будет ли близко к теоретически максимальному значение наибольшей фазы затмения? продолжительности полной фазы?

10–11 классы

1. Известно, что орбиты шаровых скоплений имеют большой эксцентриситет и наклонение к плоскости галактики. Объясните, почему наблюдается шаровых скоплений больше в гало галактик, чем вблизи их ядер?
2. За какими типами звезд нам нужно следить, если мы желаем увидеть развитие взрыва сверхновой с самого начала? Приведите примеры.
3. Одна из компонент двойной системы очень похожа на Солнце, а другая по диаметру в 4 раза больше и имеет температуру поверхности около 12 тысяч градусов. Каковы будут звездные величины этих звезд в отдельности и двойной звезды в целом, если расстояние до них равно 100 пк?
4. Вычислите падение блеска системы Земля — Луна при наблюдении с поверхности Меркурия при центральном прохождении Луны за и перед диском Земли. Альбедо Земли равно 0.37, альбедо Луны 0.07.
5. На Земле наблюдается частное солнечное затмение. На какой максимальной высоте Солнца над горизонтом его можно увидеть?

54-я Московская городская астрономическая олимпиада

Задания второго тура

Седьмой и более младшие классы

1. Приведите примеры галактик, которые можно увидеть невооруженным глазом с экватора Земли.
2. Вчера произошло покрытие Венеры Луной. Может ли завтра наступить затмение Солнца? Луны?
3. Как можно определить географическую широту места по наблюдению Солнца в полдень? В какое время это лучше делать летом в Москве?
4. Сегодня Сириус взошел в 0 часов, а кульминировал в 6 часов по местному времени. Где вы находитесь? Какой сейчас сезон года?
5. Если серпик Луны узенький и очень похож на букву «С», то будет ли видна Луна через трое земных суток?

8–9 классы

1. В какое местное (среднее солнечное) время точка осеннего равноденствия находится в верхней кульминации через три недели после дня весеннего равноденствия?
2. С какой скоростью и в каком направлении нужно было двигаться по поверхности Земли, чтобы встретить новый 2000 год два раза?
3. Представьте себе планету, которая вращается, «лежа на боку», как Уран, и при этом движется по вытянутой орбите, как Меркурий. Ее сутки намного короче года, как у Земли. Ось вращения планеты, лежащая в плоскости ее орбиты, ориентирована так, что в моменты прохождения перигелия и афелия плоскость экватора планеты проходит через Солнце. Опишите, как меняются сезоны года на этой планете.
4. Можно ли увидеть с поверхности Земли одновременно Солнце и Луну в полной фазе лунного затмения? А можно ли увидеть с Марса одновременно Солнце и спутник Фобос, полностью погруженный в тень планеты?
5. Вам хорошо известно, что такое на Земле «Полярный круг» и как он связан с сезонным ходом Солнца. Аналогичный «Полярный круг» имеется на земном шаре и для Луны. Найдите широту «Лунного полярного круга» для Северного полушария Земли, если наклон плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики составляет i = + 5°,1.

10–11 классы

1. Куда прибудет земной путешественник, если он все время будет двигаться на северо-восток, ориентируясь по магнитной стрелке компаса?
2. Галактика имеет диаметр 30 кпк и толщину около 600 пк. Если в нашей Галактике вспыхивают 5 сверхновых за 100 лет, то как часто можно ожидать, что взрыв сверхновой произойдет в окрестности нашей Солнечной системы на расстоянии до 100 пк. Примечание: считаем, что плотность населения звезд в Галактике везде одинакова.
3. Два одинаковых спутника массой *m* соединены тросом длиной *l*. Спутники вращаются по круговым орбитам вокруг Земли один над другим таким образом, что всегда находятся на прямой, проходящей через центр Земли. Расстояние между центром Земли и серединой троса равно *Г*. Найти силу натяжения троса. Примечание: lнамного меньше *Г.*
4. По фотометрическим наблюдениям звезды, имеющим точность 0.005m, открыли обращающуюся вокруг нее планету. Это удалось сделать, зарегистрировав ее прохождения по диску звезды, при котором падение ее блеска на 0.02m продолжается в течение 5 часов. Удастся ли открыть спутник этой планеты, в 3 раза меньший ее по размеру и обращающийся вокруг нее по орбите радиусом в 20 радиусов планеты? Плоскость орбиты спутника совпадает с плоскостью орбиты планеты.
5. Что на Земле происходит чаще — центральные солнечные или теневые лунные затмения? Примечание: центральным называется затмение, при котором центры дисков светил в момент наибольшей фазы совпадают.

**Задачи окружного тура астрономической олимпиады**

5-6 класс

1. Как можно отличить возрастающую Луну от убывающей?
2. Чем можно объяснить тот факт, что Луна постоянно обращена к Земле одной своей стороной?
3. Какие явления описывает А. С. Пушкин в стихотворении «Месяц»?

«И тени легкие редели

Пред неожиданной зарей?

Зачем ты, месяц, укатился

И в небе светлом утонул?

Зачем луч утренний блеснул?»

1. По данным, полученным астрономами с помощью космических аппаратов, на одном из спутников планеты Солнечной системы имеются действующие вулканы, а другой спутник этой же планеты покрыт толстым слоем водяного льда. Как называется эта планета и ее упомянутые спутники?
2. Нарисуйте, как Вы представляете себе Солнечную систему. Из каких объектов она состоит?

7 класс

1. Где сегодня день равен ночи?
2. Какую часть суток проводит над горизонтом звезда, расположенная точно на небесном экваторе?
3. Какие астрономические инструменты можно встретить на карте звездного неба в виде созвездий? А названия каких еще приборов и механизмов можно встретить на этой карте?
4. «После захода Солнца стало быстро темнеть. Еще не зажглись на темно-синем небе первые звезды, а на востоке уже ослепительно сияла Венера». Все ли верно в этом описании?
5. Кеплер в книге «Лунная астрономия» писал: «Левания (Луна) состоит из двух полу­шарий: одно обращено к Земле, другое - в противоположную сторону. С первого всегда видна Земля, со второго Землю увидеть невозможно ... В Левании, как и у нас, происходит смена дней и ночей ... Кажется, что Земля неподвижна». Верны ли сведения о Луне, приведенные Кеплером? Чему равны сутки на Луне?

8 класс

1. В каких точках горизонта восходит Солнце в дни весеннего равноденствия, летнего солнцестояния, осеннего равноденствия, зимнего солнцестояния?
2. Какие явления характерны для Земли и Солнца в период высокой солнечной активно­сти?
3. Чему равны сутки на Луне, как видна Земля для космонавта на Луне и существуют ли области на Луне, где Земля восходит и заходит?
4. 23 февраля 1987 г. в Большом Магеллановом Облаке, удаленном от нас на 55 кпк, наблюдалась вспышка сверхновой звезды. В каком году взорвалась эта звезда?
5. Какие явления описывает А. С. Пушкин в стихотворении «Надо мной в лазури яс­ной...»?

«Надо мной в лазури ясной

Светит звездочка одна,

Справа - запад тёмно-красный,

Слева — бледная луна».

9-10 класс

1. Двигаясь невысоко над поверхностью Земли (от 200 до 1000 км), искусственный спутник испытывает заметное сопротивление атмосферы. Как при этом изменяется его скорость: увеличивается или уменьшается?
2. Период обращения вокруг Солнца самой короткопериодической кометы Энке составляет 3.3 года. Почему же условия ее видимости повторяются с характерным периодом в 10 лет?
3. Каков период обращения искусственного спутника Земли, движущегося на расстоянии 16000 км от поверхности Земли?
4. Какое из двух астрономических явлений — касательное покрытие Луной звезды или касательное покрытие Луной планеты — является одним из самых интересных для науки астрономических явлений и почему?
5. 21 сентября 1999 года произошло покрытие Урана Луной. В этот день Уран находился в созвездии Козерога. Какое из двух явлений —покрытие или открытие Урана — можно было легко наблюдать в небольшие телескопы?

11 класс

1. Что называется солнечным ветром, как образуется этот ветер, как он действует на планеты и как далеко он «дует» в Солнечной системе?
2. Какую долю земной поверхности может охватить взглядом космонавт с высоты 400 км?
3. Две звезды имеют одинаковые размеры, но температура поверхности у первой звезды равна 30 000К, а у второй — 5 000К. Какая из этих звезд будет излучать больше энергии в синих лучах? В желтых? В красных?
4. Будут ли одинаковы скорость вылета и дальность полета снаряда при выстреле из одной и той же пушки на Земле и на Луне? (сопротивлением земной атмосферы пренебречь)

5. Можно ли увидеть созвездие Южного Креста с территории России? А из северного полушария Земли?

**Решения задач окружной олимпиады по астрономии**

5-6 классы

1. По внешнему виду: Луна в виде дуги в букве «Р» — растущая, а в виде буквы «С» — старая.
2. Совпадением периодов осевого вращения и обращения вокруг Земли.
3. В стихах описаны следующие астрономические явления:
4. Восход Солнца
5. Утренняя заря
6. Перемещение Луны
7. Фаза Луны — последняя четверть.
8. Планета Юпитер и спутники Юпитера — Ио и Европа.
9. Изображения Солнца, планет, комет, двух поясов астероидов. Около планет могут быть изображены спутники планет.

7 класс

1. Сегодня и всегда день равен ночи на экваторе. Но если сегодня день весеннего или осеннего равноденствия, то день равен ночи и во всех прочих местах Земли (кроме полюсов, конечно).
2. Если не учитывать атмосферную рефракцию, то половину суток независимо от широты наблюдателя (кроме полюсов, разумеется)
3. Телескоп, Секстант — астрономические инструменты. Насос, Резец, Циркуль, Весы, Микроскоп, Компас.
4. Венера на нашем небе никогда не удаляется от Солнца более чем на 46°, следовательно, она не может быть на востоке, когда Солнце на западе.
5. Сведения, приведенные Кеплером, практически верны. На лунном небе Земля почти неподвижна. Для космонавта на большей части лунной поверхности она не восходит и не заходит. Солнечные сутки на Луне равны 29,5 земных суток, а звездные — 27,3 суток.

8 класс

1. а) в дни весеннего и осеннего равноденствий Солнце восходит в точке востока. б) на широте Москвы (56°) в день летнего солнцестояния Солнце восходит на севе­ро-востоке, а в день зимнего солнцестояния — на юго-востоке.
2. Для Солнца: большое количество солнечных пятен (в фотосфере), вспышек (в хро­мосфере) и протуберанцев (в короне). Усиленный солнечный ветер. Для Земли: по­вышенное количество и интенсивность полярных сияний и возмущений геомагнит­ного поля («магнитных бурь»).
3. Солнечные сутки на Луне равны 29,5 земных суток. Земля на Луне практически не­подвижно висит на небе и не совершает таких движений, как Луна на небе Земли. Это следствие того, что Луна всегда обращена к Земле одной своей стороной. Но благодаря физическим либрациям (покачиваниям) Луны, из областей около края лунного диска можно наблюдать регулярные восходы и заходы Земли. Земля восходит и заходит (приподнимается над горизонтом и опускается за горизонт) с периодом около 27,3 земных суток.
4. Расстояние от Земли до галактики БМО составляет 55 000 пк. Как известно, 1 пк = 3,26 св. лет. Поэтому свет от взрыва звезды достиг Земли примерно через 180 000 лет после того, как он произошел. Вычислять точно год взрыва не имеет смысла, поскольку точность, с которой дано расстояние до галактики БМО, не превышает 1%.
5. Астрономические явления:
6. Заход Солнца, сумерки
7. Луна в фазе полнолуния

9-10 класс

1. Казалось бы, под действием сопротивления воздуха скорость аппарата должна уменьшаться, как это происходит, например, с любым автомобилем, который катится по инерции. Но у спутника, в отличие от автомобиля, нет твердой опоры. Теряя энергию за счет сопротивления воздуха, он не может сохранить высоту полета и начинает приближаться к Земле. При этом за счет ее притяжения он разгоняется и увеличивает свою скорость.
2. Ответ — через 10 лет комета сделает ровно 3 оборота по своей орбите, а Земля —ровно 10. Значит, оба небесных тела окажутся почти в тех же точках пространства, а значит, такими же будут условия видимости кометы на Земле.
3. $\left(\frac{2π}{T}\right)^{2}=G\frac{M+m}{\left(R+H\right)^{3}}$, — III закон Кеплера.

$T=2π\sqrt{\frac{\left(R+H\right)^{3}}{G\left(M+m\right)}}≈10$ часов

1. Касательное покрытие звезды. В это время звезда может несколько раз появляться и исчезать за лунными горами. Его наблюдения позволяют изучать движение и фигуру Луны. А при касательном покрытии планеты мы можем наблюдать лишь частичное закрытие ее диска.
2. Только покрытие. Созвездие Козерога видно в сентябре по вечерам, и Луна была растущая. Покрытие происходило у левого, темного лимба Луны, поэтому его можно было наблюдать. Открытие произошло у светлого края Луны, и увидеть слабый Уран (видимая звездная величина 6m) было крайне трудно.

11 класс

1. Солнечный ветер — это потоки разреженного газа и плазмы, истекающие из атмосферы Солнца во всех направлениях. Его причиной служит сильный разогрев нижних слоев солнечной короны потоками электромагнитной и акустической энергии, поступающими из плотных нижних слоев атмосферы Солнца. В окрестности Земли скорость солнечного ветра около 400 км/с. Сталкиваясь с магнитосферами и атмо­сферами планет, солнечный ветер искажает их форму, вызывает в них химические реакции, ионизацию газа и его свечение. Солнечный ветер выдувает вокруг Солнца каверну, свободную от межзвездной плазмы (гелиосферу), которая простирается за орбиту Плутона; ее граница пока точно не установлена.
2. Пусть точка О — центр Земли, К — космонавт и Г — горизонт. Обозначим длины отрезков: ОГ через *R* и КГ через *D*. Тогда длина отрезка КО будет равна *R + h*, где *h* = 400 км — высота орбиты. Расстояние до горизонта определим из прямоугольного треугольника ГОК по теореме Пифагора: (R + h)2 = D2 + R2, откуда

$$D^{2}=2Rh+h^{2}=2Rh\left(1+\frac{h}{2R}\right)$$

Поскольку h << R, второе слагаемое в этой формуле много меньше первого, поэтому им можно пренебречь. В результате получаем формулу для расстояния до горизонта при высоте наблюдателя h << R: $D=\sqrt{2Rh}$. Поскольку D << R, площадь поверхности Земли, доступную взгляду космонавта можно вычислить как площадь круга: s = πD2, поскольку полная площадь поверхности Земли вычисляется как площадь шара: S = 4πR2. Отношение этих площадей составляет s/S = h/2R = 0,03 (т.е. 3%).

1. Первая звезда излучает больше во всех диапазонах спектра. Это зависит только от температуры.
2. Кинетическая энергия снаряда зависит только от энергии заряда и соотношения масс пушки (М) и снаряда (m). Если масса пушки велика, то снаряд уносит с собой всю энергию выстрела (Е):

MV + mv = 0 — Закон сохранения импульса

$\frac{1}{2}MV^{2}+\frac{1}{2}mV^{2}=E$ — Закон сохранения энергии

откуда V2=2E/(M+m), поэтому скорость вылета снаряда не зависит от того, на каком небесном теле произведен выстрел. А вот дальность его полета — зависит. Пусть α — угол наклона ствола пушки к горизонту. Тогда дальность полета

$$L=\frac{2V^{2}\sin(α)\cos(α)}{g}$$

Как видим, при одинаковых α и v дальность полета обратно пропорциональна значению g. Например, на Луне та же пушка выстрелит в 6 раз дальше, чем на Земле (а с учетом сопротивления воздуха — еще дальше!)

5. В России — нет, но из северного полушария — да, созвездие полностью видно южнее 27-й параллели.