

МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ. 2018–2019 уч. г.
ОЧНЫЙ ЭТАП. 6–7 КЛАССЫ

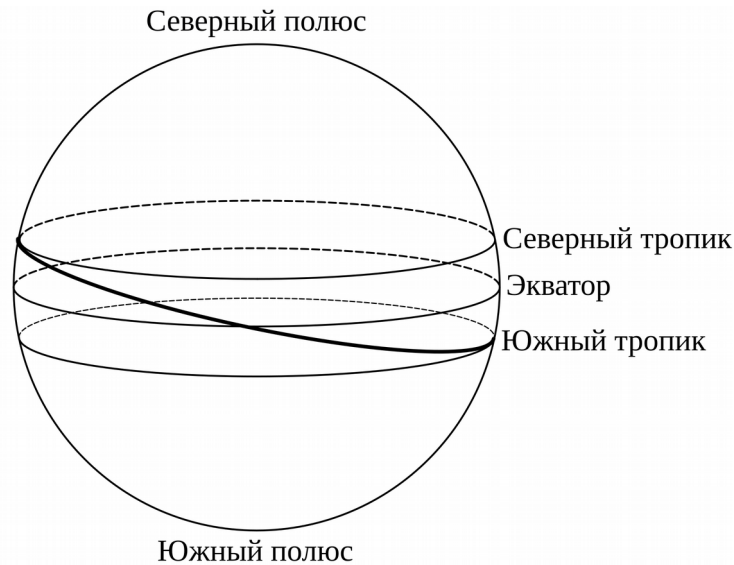
Задача 1

Два школьных приятеля решили найти максимальное расстояние между точками на поверхности Земли, где Солнце (Луна) бывает в зените. Помогите ребятам с рисунком и вычислениями. Расстояние измеряется вдоль земной поверхности. Радиус Земли равен 6371 км.

Решение

Солнце бывает в зените на экваторе, а также в местах, заключённых между северным и южным тропиками. Таким образом, зону, где солнце бывает в зените, можно представить в виде пояса на земной поверхности. Для любой точки этого пояса можно найти точку, находящуюся точно с противоположной стороны Земли. Значит, искомое расстояние равно половине окружности Земли. Зная радиус Земли, можем вычислить это расстояние:

$$\pi \cdot 6371 \approx 20000 \text{ (км)}.$$



Орбита Луны немного наклонена к эклиптике. Поэтому она бывает видна в зените в более широком поясе на земной поверхности. Но на решении задачи это никак не отражается. Максимальное расстояние между точками всё так же равно 20000 км.

Рекомендации для жюри

Рисунок оценивается из **2 баллов**. Определение расстояния для Солнца – **3 балла**, Луны – ещё **3 балла**. Вместо вычисления расстояния с помощью радиуса Земли участник может воспользоваться известными ему величинами, такими как длина экватора или меридиана и др. Это не приводит к снижению оценки.

Оценивание при неверном решении: Если участник считает расстояние между тропиками и/или «лунными» тропиками по меридиану, то каждое из таких расстояний оценивается в **1 балл**. В этом случае (верные) рассуждения о наклонении плоскости лунной орбиты к эклиптике также оценивается в **1 балл**.

Максимальная оценка – 8 баллов.

(В. Б. Игнатьев)

Задача 2

Спустя 48 часов после начала сильной вспышки и коронального выброса массы на Солнце на Земле произошла магнитная буря, которая продлилась 4 часа. Через некоторое время на Юпитере также произошла магнитная буря, вызванная этой же вспышкой. Через какое время после начала бури на Земле началась буря на Юпитере? Сколько времени она продлилась? Как при этом располагался Юпитер относительно Земли и Солнца? Длительность вспышки на Солнце составляла 30 минут. Орбиты планет считать круговыми.

Решение

Во время коронального выброса массы огромная масса солнечного вещества устремляется в пространство. Если это вещество попадает в Землю, а точнее, начинает взаимодействовать с земным магнитным полем, то мы наблюдаем это явление как магнитную бурю. Юпитер также обладает сильным магнитным полем, а значит, на Юпитере также возможны магнитные бури. Если, конечно, выброс попадёт в Юпитер, для чего он должен находиться в противостоянии, то есть Земля должна находиться между Юпитером и Солнцем.

Солнечное вещество движется существенно медленнее света, поэтому время распространения света вспышки до Земли мы можем не учитывать.

Ответим на первый вопрос задачи: через сколько произойдёт вспышка на Юпитере? Радиус орбиты Юпитера в 5,2 раза больше радиуса земной орбиты. Поскольку 1 а.е. вещество пролетело за 48 часов, оставшиеся 4,2 а.е. оно пролетит за $48 \cdot 4,2 = 201,6$ часа = 8,4 сут.

Заметим, что на Земле буря длилась дольше, чем вспышка, на 3,5 часа. Происходит это из-за того, что солнечное вещество движется с немного разной скоростью. Самое быстрое солнечное вещество, вылетевшее в конце вспышки, пришло к Земле на 3,5 часа быстрее, чем самое медленное. Значит, к Юпитеру эта разница возрастёт в 5,2 раза и будет равна 18,2 часа. Отсюда, продолжительность бури составит $18,2 + 0,5 = 18,7$ часа.

Рекомендации для жюри

За указание на то, что Юпитер должен находиться в противостоянии, выставляется **2 балла**. Определение времени, через которое начнётся буря

на Юпитере, оценивается в **2 балла**. Вычисление продолжительности бури на Юпитере оценивается исходя из **4 баллов**. Вычисления могут производиться, как указано в решении выше, с явным вычислением скоростей или любым иным способом. Если при определении максимальной и минимальной скорости участник олимпиады принял разницу во времени распространения коронального вещества равной 4 часам вместо 3,5, то оценка за этот этап снижается на **2 балла**.

Максимальная оценка – 8 баллов.

Задача 3

В каждом сообщении электронной почты, кроме текста самого письма, есть служебная информация, в которой, в том числе, записывается время поступления письма на каждый почтовый сервер, через который оно прошло. Например,

Wed, 16 Jan 2019 19:36:31 +0300

обозначает, что письмо принято сервером в среду 16 января 2019 года в 19 часов 36 минут 31 секунду. Время отличается от всемирного на +3 часа.

Однажды любитель астрономии из Москвы увидел, как Луна в первой четверти закрыла собой звезду Альдебаран. Он тут же написал об этом письмо своему другу в Новосибирск. Его письмо двигалось по серверам в следующем порядке:

№	Сервер	Время получения
1	best-mail.ru	Fri, 23 Feb 2018 20:27:04 +0300
2	ultra-mail.com	Fri, 23 Feb 2018 09:27:04 -0800
3	astro-nomer.ru	Sat, 24 Feb 2018 02:27:04 +0500
4	доставлено получателю	Sat, 24 Feb 2018 02:27:04 +0500

Сколько времени письмо шло до получателя? Какое время показывали часы в Новосибирске во время получения письма? Успеет ли новосибирский любитель астрономии пронаблюдать это явление? Как оно называется? На каком сервере письмо провело больше всего времени, если между серверами письма ходят мгновенно? Разница во времени между Москвой и Новосибирском составляет 4 часа.

Решение

Наблюдаемое явление называется покрытием звезды, в данном случае Альдебарана, Луной. Это явление в зависимости от различных условий может продолжаться около часа. Успело ли письмо дойти за это время?

Письмо было доставлено получателю в 02:27:04 по времени часового пояса, который на 2 часа отличается от московского. Значит, в Новосибирске было 04:27:04.

Легко посчитать, что московское время в момент получения было 00:27:04. То есть письмо шло 4 часа. Значит, новосибирец получил письмо уже после того, как Альдебаран появился из-за Луны. Впрочем, если он любитель астрономии, то вполне мог наблюдать это явление без подсказок со стороны.

Письмо после отправки поступило на сервер ultra-mail.com сразу, поскольку разница между первой и второй метками времени составляет как раз 11 часов, что соответствует разнице часовых поясов. Между второй и третьей метками разница 17 часов, в то время как разница часовых поясов всего лишь 13 часов. Значит, на втором сервере письмо задержалось на 4 часа.

Рекомендации для жюри

Название явления оценивается в **1 балл**. Определение времени между отправкой и получением письма – в **2 балла**. За определение времени в Новосибирске в момент получения письма выставляется **2 балла**. Указание на то, что явление закончилось к моменту получения письма, – **2 балла**. Ответ, на каком сервере письмо застряло, оценивается в **1 балл**.

Максимальная оценка – 8 баллов.

(Е. Н. Фадеев)

Задача 4

У каких двух планет Солнечной системы самый большой синодический период (т. е. период времени между двумя, например, противостояниями одной планеты при наблюдении с другой)? У каких двух планет Солнечной системы самый маленький синодический период? Во сколько раз они отличаются? Сколько всего различных синодических периодов можно найти для планет Солнечной системы?

Решение

Все планеты движутся вокруг Солнца в одну и ту же сторону. Все внутренние планеты совершают оборот вокруг Солнца быстрее, чем внешние. Внутренняя планета по истечении сидерического периода возвращается в исходное положение. Внешняя планета к этому времени смещается на некоторое расстояние. Чтобы снова попасть в противостояние, внутренняя планета должна догнать внешнюю. Поэтому синодический период получается длиннее сидерического. Для того чтобы синодический период был минимальным, внутренняя планета должна быть самой быстрой, а внешняя – самой медленной. Тогда синодический период будет мало отличаться от сидерического

периода внутренней планеты. Самая подходящая пара – это Меркурий и Нептун. Синодический период для них составляет

$$S_{\text{МН}} = \frac{0,241 \cdot 165}{165 - 0,241} \approx 0,241 \text{ лет.}$$

Эта величина, ожидаемо, неплохо совпадает с сидерическим периодом Меркурия.

Для того, чтобы синодический период был максимальным, требуется, чтобы внутренняя планета как можно медленнее догоняла внешнюю, т. е. их периоды должны быть максимально близкими. Поскольку синодический период должен быть больше сидерического, то сидерические периоды этих планет должны быть максимально велики. Поэтому максимальным периодом будет обладать пара Уран и Нептун:

$$S_{\text{УН}} = \frac{84 \cdot 165}{165 - 84} \approx 171 \text{ год.}$$

Искомое отношение равно

$$\frac{S_{\text{УН}}}{S_{\text{МН}}} = \frac{84 \cdot (165 - 0,241)}{0,241 \cdot (165 - 84)} \approx 709.$$

Сколько же всего вариантов нам пришлось бы перебрать, если бы мы решали эту задачу напрямую? Очевидно, что синодический период планеты А при наблюдении с планеты Б равен синодическому периоду планеты Б с планеты А. Поэтому число различных синодических периодов равно числу пар планет. Для Меркурия можно найти 7 различных пар, для Венеры уже 6 и так далее. Поэтому полное число синодических периодов равно

$$N = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28.$$

Рекомендации для жюри

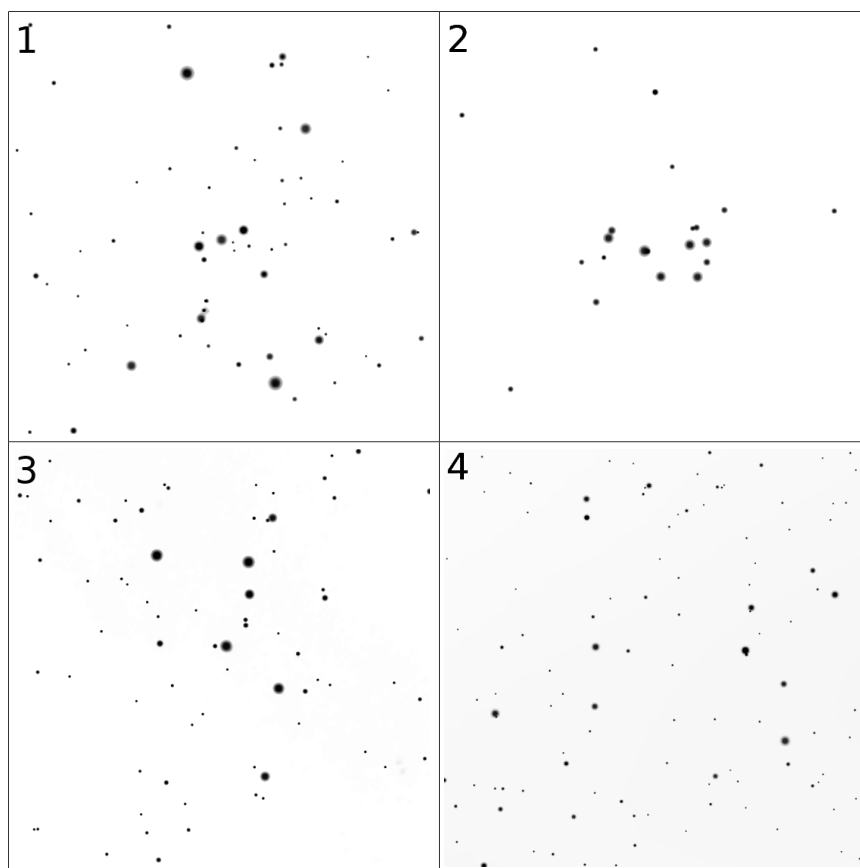
Определение пары планет с минимальным синодическим периодом оценивается в **2 балла**. Ещё **1 балл** выставляется за вычисление этого периода. Определение пары с максимальным периодом также оценивается в **2 балла** и **1 балл** за его вычисление. За правильное вычисление отношения периодов выставляется **1 балл**. Нахождение полного числа вариантов оценивается в **1 балл**.

Максимальная оценка – 8 баллов.

(В. Б. Игнатьев)

Задача 5

Вам даны карты участков звёздного неба. Укажите, какому созвездию или его участку соответствует каждая карта? Для каждого из созвездий определите, бывает ли на его территории Солнце (его центр)? Луна? Ответы на последние два вопроса обязательно поясните.



Решение

На рисунке 1 изображено созвездие Ориона (в правом нижнем углу присутствуют звезды созвездия Эридана, а в левом нижнем – Единорога). На рисунке 2 показано звёздное скопление Плеяды, которое является частью созвездия Тельца. На рисунке 3 изображено созвездие Кассиопеи. На рисунке 4 – созвездие Льва (верху несколько звёзд созвездия Малый Лев, а внизу – Секстант).

Для того чтобы Солнце оказалось в каком-либо созвездии, через него должна проходить эклиптика. Эклиптика проходит через 12 зодиакальных созвездий и созвездие Змееносца. Из указанных четырёх созвездий зодиакальными являются Телец и Лев.

Луна отклоняется от эклиптики не более чем на 5° . Значит, Луна также может появляться в созвездиях Тельца и Льва. Кроме того, она также может находиться в Орионе, поскольку часть созвездия, которая традиционно называется «дубинкой», располагается очень близко (менее 5°) от эклиптики.

Кассиопея – околополярное созвездие. В нём ни Солнце, ни Луна не бывают.

Рекомендации для жюри

Правильное название каждого созвездия оценивается в **1 балл** за каждое. Дополнительная информация о соседних созвездиях в решении приведена справочно и от участников не требуется, хотя правильное её указание участником олимпиады может служить поводом для поощрения. Указание,

что Солнце может находиться только в созвездиях, через которые проходит эклиптика (т. е. зодиакальные и Змееносец) оценивается в **1 балл**. Каждое из двух правильно указанных зодиакальных созвездий оценивается **1 баллом**.

Объяснение, что Луна подобно Солнцу перемещается по зодиакальным созвездиям, оценивается в **1 балл**. Указание, что она может заходить в созвездия, близкие к зодиакальным, оценивается ещё **одним баллом**. Правильно определённые созвездия (для Луны) оцениваются по **одному баллу**. Если объяснения отсутствуют, то ответ на вопрос не засчитывается полностью. Если в ответе написано, что Солнце или Луна могут наблюдаться в Кассиопее, оценка **уменьшается на 1 балл** за каждое.

Если участник правильно указал, что Солнце (Луна) будет в созвездии, например, №4, но название указал неверное (например Весы, вместо Льва), то 1 балл не выставляется.

Максимальная оценка – 12 баллов.

(Е. Н. Фадеев)

Всего за работу 44 балла.

Справочные данные

Планета	Сидерический период, лет	Радиус орбиты, а.е.
Меркурий	0,241	0,387
Венера	0,615	0,723
Земля	1,00	1,00
Марс	1,88	1,52
Юпитер	11,9	5,20
Сатурн	29,4	9,54
Уран	84,0	19,2
Нептун	165	30,1

Сидерический период – это период обращения планеты вокруг Солнца относительно далёких звёзд.