

IV Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

Заключительный этап очередной олимпиады школьников по астрономии и космической физике прошел с 7 по 12 апреля 1997 года в городе Троицке Московской области на базе Фонда «Байтик» и Центра новых педагогических технологий. Научное и идейное руководство олимпиадой осуществляло, как и в прошлые годы, Астрономическое общество.

Характер и содержание олимпиадных задач были направлены на выявление наиболее талантливых ребят, увлекающихся астрономией и космическими аспектами физики, повышение интереса к современным аспектам развития астрономической науки. Несколько задач были посвящены астрономическим явлениям непосредственно этого года: комете Хейла—Боппа и солнечному затмению в Сибири 9 марта.

В заключительном туре олимпиады принял участие 91 школьник из 28 регионов России (к сожалению, не все области смогли прислать свои команды). Как и в 1996 году, участники олимпиады были разделены на три возрастные группы: 8 — 9 классы (в эту группу были включены и 4 ученика 7 класса), 10 класс и 11 класс. Каждый регион мог направить на олимпиаду четырех участников по 8 — 9 классам, двух десятиклассников и двух одиннадцатиклассников, а также (дополнительно) победителей Российской и Международной олимпиад 1996 года (эти нормы сохраняются и на 1998 год). Заметим, кстати, что (согласно Положению об олимпиаде) города и районы России, проводящие у себя заключительный этап олимпиады, по согласованию с Координационным советом могут представлять свою область на заключительном этапе, если областные олимпиады в этой области не проводятся.

Как обычно, олимпиада включала в себя теоретический и практический туры. На теоретическом туре школьникам было предложено по 6 громоздких задач, а задание практического тура представляло собой одну большую проблему. На решение заданий каждого тура отводилось 4 часа. Каждая задача первого тура оценивалась из 10 баллов, второго — из 30.

Работу жюри олимпиады возглавил профессор астрономического отделения МГУ А.С.Расторгуев, в состав жюри вошли представители Троицка, Москвы, Черноголовки, Рязани, Рязанской области и Кабардино-Балкарии. Работы теоретического тура внимательно проверялись не менее двух раз. Для достижения максимального единообразия критериев проверки одну и ту же задачу у всех участников проверяли одни и те же члены жюри. При проверке работ практического тура использовался другой метод. Каждую работу проверяли независимо три члена жюри, каждый из которых мог поставить до 10 баллов, а затем баллы суммировались. Правильно решенная задача оценивалась полным количеством баллов независимо от способа решения. А вот что касается неполных решений, то оценивался не только «процент решения», но и способ: чем меньше действий нужно было сделать, чтобы довести до конца предлагавшееся решение, тем больше ставилось баллов — ведь порой даже проще начать решать задачу с нуля, чем идти до конца по очень длинному пути (т.е. не доведенные до конца громоздкие решения не поощрялись). Но вообще жюри было приятно удивлено — несмотря на то, что сложность задач на теоретическом туре олимпиады растет от года к году, все большее число участников успешно справляется с ними.

Задачи теоретического тура

8 — 9 КЛАССЫ

1. Две звезды имеют одно и то же прямое восхождение и разные склонения. На какой географической широте они восходят и заходят одновременно?

2. Эксцентриситет эллиптической орбиты Плутона составляет $e = 0,249$ (в отличие от большинства других планет, для которых — кроме Меркурия — эксцентриситет не превышает 0,1 и орбиты являются практически круговыми). Во сколько раз афелий Плутона больше его перигелия? Нарисуйте в удобном масштабе орбиты Плутона и планет-гигантов, а также положение Солнца по отношению к ним.

3. Почему на Земле или любой другой планете происходит смена дня и ночи? Конечно, скажете вы, потому что она вращается вокруг оси. Но это далеко не полный ответ. Подумайте: может ли так быть, что планета вращается вокруг оси, а смены дня и ночи не происходит; может ли так быть, что планета не вращается вокруг оси, а смена дня и ночи происходит. Если хотя бы один раз вы скажете «да», то вам придется поискать новый, более полный ответ на вопрос, при каких условиях нигде на планете не происходит смена дня и ночи.

4. Во время полного солнечного затмения 9 марта 1997 года в Читинской области видимые угловые радиусы Луны и Солнца составляли $\rho_L = 16'41''$ и $\rho_S = 16'07''$ соответственно. Используя эти данные, оцените, какое максимальное время можно было наблюдать полное солнечное затмение. Как следует выбирать точку (или местность) наблюдений, чтобы в этом месте затмение наблюдалось наиболее продолжительное время? Эффекты, связанные с суточным вращением Земли, не учитывайте.

5 — 6. Вам даны некоторые сведения об орбите и эфемеридах кометы Хейла—Боппа (далее следовал файл из

На закрытии олимпиады каждому призеру был вручен диплом и ценный подарок, а 23 призерам по 8 — 10 классам еще и главный приз олимпиады — приглашение на IV Осеннюю астрономическую школу в Специальную астрофизическую обсерваторию РАН (близ станции Зеленчукская Ставропольского края), в рамках которой должна пройти очередная Международная олимпиада Астрономического общества.

В заключительный день олимпиады — 12 апреля — в Московском дворце детского и юношеского творчества состоялась традиционная научно-практическая конференция, посвященная Дню Космонавтики. А в дни, непосредственно следовавшие за олимпиадой (13 — 15 апреля), на базе Подмосковного филиала МГУ (п.Черноголовка Московской обл.) прошли выездные вступительные экзамены на естественные факультеты МГУ. Видимо, эта практика будет продолжена и в дальнейшем.

Все ваши вопросы, замечания и предложения (по комплекту задач, другим вопросам, а также интересные задачи, условия которых вы хотели бы видеть в олимпиадах будущего) просим сообщить автору по электронной почте: gavrilov@issp.ac.ru или почтовому адресу: 142432 п.Черноголовка Московской обл., Институтский пр., 15, ИФТТ РАН.

Ниже приводятся условия задач теоретического и практического туров, а также список призеров олимпиады.

сети Internet), а также географические координаты города Троицка ($\varphi = 55^\circ 30'$ с.ш., $\lambda = 35^\circ 15'$ в.д.).

5) Определите, в течение какого периода времени комета является незаходящей в городе Троицке.

6) Когда (дата, время) комета поднялась (поднимется) на максимальную высоту? Какова эта максимальная высота? Можно ли в течение этого времени наблюдать комету невооруженным глазом?

10 КЛАСС

1. Путешествуя по Крымскому полуострову (грубая карта Крыма прилагается), группа любителей астрономии захотела пронаблюдать центр шарового скопления ω Центавра ($\alpha = 13^h 27^m$, $\delta = -47^\circ 30'$). Смогут ли они это сделать? Если да, то где и как; если нет, то почему? Рефракцию вблизи горизонта считать равной 1° .

2. Определите максимально возможную скорость ледяного метеорита, с которой он влетает в земную атмосферу с начальной температурой -50°C , чтобы хотя бы небольшая часть его, потеряв скорость, могла достичь поверхности Земли в твердой форме. Считать, что вся энергия движения уходит на нагрев, плавление и испарение. Пренебречь изменением потенциальной энергии при движении в атмосфере. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг, теплоемкость воды $c_v = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), теплоемкость льда $c_n = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования $r = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

3. Оба компонента двойной звезды принадлежат спектральному классу A3 (температура 9500 К). Спутник на 8

звездных величин слабее. Главная звезда с массой две массы Солнца видна в фокусе эллипса, который описывает спутник. Большая полуось эллипса видна под углом $2,5''$. Период обращения звезды 177 лет. Оцените приблизительно расстояние до звезд.

4. Задача аналогична задаче 4 для 8 — 9 классов, отличие лишь в последнем предложении:

Эффекты, связанные с суточным вращением Земли, при вычислениях не учитывайте, однако качественно объясните, как они повлияют на продолжительность затмения.

5. Задача аналогична задаче 5 для 8 — 9 классов, но вопрос другой:

Взяв необходимые данные, вычислите период обращения кометы вокруг Солнца.

6. См. задачу 6 для 8 — 9 класса.

11 КЛАСС

1. Звезда находится на расстоянии $R_0 = 8$ кпк от центра сферической галактики и имеет скорость $V_* = 450$ км/с, направленную строго от центра. Полный радиус галактики $R_g = 30$ кпк. Круговые скорости (т.е. скорости движения по круговой орбите) на расстояниях 8 кпк и 30 кпк равны, соответственно, $V_0 = 250$ км/с и $V_g = 150$ км/с. На какое максимальное расстояние от центра галактики удалится звезда? Какую скорость должна иметь звезда, чтобы навсегда покинуть галактику? При вычислениях для простоты считать, что сила притяжения в галактике в интервале расстояний от R_0 до R_g изменяется по линейному закону.

2. См. задачу 2 для 10 класса.

3. Условие задачи такое же, как

в задаче 3 для 10 класса, но вопрос шире:

Оцените приблизительно расстояние до звезд и видимую звездную величину этой двойной системы.

4. См. задачу 4 для 10 класса.

5. Условие задачи такое же, как в задаче 5 для 10 класса. Дополнительный вопрос:

Насколько точной можно считать вашу оценку периода кометы?

6. Наблюдаемая астрономами на Земле разность звездных величин в синей и желтой областях спектра, называемая показателем цвета звезды $B-V$, равна 0,22, но этот показатель цвета искажен поглощением межзвездной пылью, которое ослабляет свет звезды. В спектральном диапазоне B свет ослабляется в $\alpha_B = 2,5$ раза, в диапазоне V — в $\alpha_V = 2$ раза. Найдите истинный показатель цвета звезды (в отсутствие поглощения). К какому классу может принадлежать эта звезда?

Задание практического тура

По двум фотоснимкам кометы Хейла — Боппа, полученным специально для олимпиады Данилой Чичмарем с интервалом ровно 24 часа (соответственно 3 и 4 марта 1997 года) на наблюдательной базе в Звенигороде, определите тангенциальную и лучевую скорости кометы (в км/с). Известно, что фокусное расстояние объектива астрографа составляет 500 мм, а фотоснимок представляет собой увеличенный полный фотокадр, имеющий размер 24×36 мм.

Школьникам 10 и 11 классов предлагалось, кроме того, оценить погрешность, с какой было выполнено задание.

Участникам были даны два фотоснимка, эфемериды кометы Хейла — Боппа, математические вычислительные таблицы, калька, карандаш, линейка, транспортир.

М.Гаврилов

Призеры IV Российской олимпиады школьников по астрономии и космической физике

Дипломы I степени получили

Гулевич Д., Санкт-Петербург, 10 кл.,
Журавлев В., Москва, 10 кл.,
Золотухин И., Москва, 8 кл.,
Карпов С., Северодвинск, 11 кл.,
Павлюченко С., Ухта, 10 кл.,
Пестун В., Санкт-Петербург, 11 кл.,
Постнов А., Оренбург, 9 кл.,
Смирнов М., Новгород, 10 кл.,
Чилингарян И., Москва, 11 кл.,
Шапиро А., Санкт-Петербург, 9 кл.

Дипломы II степени получили

Богомоллов Ю., Ярославль, 11 кл.,
Бондарь В., п. Восточный Кировской
обл., 10 кл.,

Есин М., Нижний Новгород, 10 кл.,
Захаров Р., Сыктывкар, 10 кл.,
Курдубоа С., Санкт-Петербург, 9 кл.,
Лемешев В., Тихвин, 9 кл.,
Пудеев А., Нижний Новгород, 11 кл.,
Рахчеев М., Челябинск, 9 кл.,
Сайфутдинов А., Челябинск, 9 кл.,
Тунцов А., Москва, 11 кл.,
Хрешков А., Рязань, 10 кл.,
Эргле С., Нижний Новгород, 9 кл.

Дипломы III степени получили

Белов А., Екатеринбург, 11 кл.,
Белов В., Королев Московской обл.,
11 кл.,
Бодров С., Нижний Новгород, 11 кл.,
Бокарев И., Ухта, 9 кл.,

Булатов Р., Новотроицк, 11 кл.,
Дурнов А., с. Ижевское Рязанской обл.,
9 кл.,
Евдокимов Н., Москва, 10 кл.,
Жучков Р., Казань, 11 кл.,
Карев Ю., Ухта, 9 кл.,
Коровин С., Краснодар, 10 кл.,
Кузнецов М., Жуковский, 11 кл.,
Мазунин С., Санкт-Петербург, 11 кл.,
Мальшаков К., Ярославль, 10 кл.,
Марковчин А., Курск, 10 кл.,
Поднебесов А., Оренбург, 11 кл.,
Попов С., Новгород, 11 кл.,
Степашкин М., с. Ижевское Рязанс-
кой обл., 11 кл.,
Шахворостова Н., Краснодар, 11 кл.