



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки  
работников образования

**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**



**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

Класс: **9**

**1 Кульминации звезд**

Склонение звезды **A** больше склонения звезды **B** в два раза. На какой широте верхняя кульминация этих звезд будет происходить на одном альмукантарате, если нижняя кульминация звезды **A** происходит на горизонте? Рефракцией пренебречь. Наблюдения проводятся в северном полушарии вдали от полюса.

**2 Плоскость эклиптики**

Определите максимальное и минимальное расстояние (в км) города Анапа (широта  $+45^\circ$ ) от плоскости эклиптики.

**3 Близкая планета**

Какая из внутренних планет большую часть времени является ближайшей к Земле? Считать орбиты планет круговыми, лежащими в одной плоскости.

**4 Космический футбол**

Половина сферической поверхности астероида с радиусом 1 км и плотностью 3 г/см<sup>3</sup> оборудована под большое футбольное поле. Ворота шириной 7 м и высотой 3 м установлены на полюсах астероида. Мяч находится на линии одних ворот точно в ее середине. В каком интервале должны находиться направление и величина скорости, которые нужно задать мячу, чтобы после горизонтального удара он попал в противоположные ворота, не касаясь в полете поверхности астероида? Вращением астероида пренебречь.

**5 Кольцеобразно-полное затмение**

На Земле начинается кольцеобразно-полное солнечное затмение. В начале полосы центрального затмения на поверхности Земли наблюдается кольцеобразное затмение продолжительностью 20 секунд. На какой высоте над горизонтом на Земле будет наблюдаться начало полного затмения (центральное полное затмение с фазой, в точности равной единице)? Рефракцией пренебречь.

**6 Незнакомое небо**

Астронавты прибыли на поверхность обитаемой планеты. Наблюдая звездное небо, они обнаружили естественный спутник этой планеты, а также еще одну планету, расположенную ближе к центральной звезде. Синодические периоды спутника и планеты совпадали, а сидерический период планеты был вдвое меньше сидерического периода спутника. Во сколько раз внутренняя планета располагалась ближе к звезде, чем планета, с которой велись наблюдения? Все орбиты в системе круговые и лежат в одной плоскости.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки  
работников образования



**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

Класс: **10**

**1 Кульминации звезд**

Склонение звезды **A** больше склонения звезды **B** в два раза. На какой широте верхняя кульминация этих звезд будет происходить на одном альмукантарате, если нижняя кульминация звезды **A** происходит на горизонте? Рефракцией пренебречь. Наблюдения проводятся в северном полушарии вдали от полюса.

**2 Приближение к тройной системе**

Визуально тройная звезда состоит из звезд с видимыми звездными величинами  $6^m$ ,  $7^m$ ,  $8^m$ . Расстояния до звезд оставляют 10, 15 и 20 пк соответственно. Наблюдатель пролетел 5 пк в сторону этой тройной звезды. Определите суммарный блеск этой системы для наблюдателя после перелета.

**3 Близкая планета**

Какая из внутренних планет большую часть времени является ближайшей к Земле? Считать орбиты планет круговыми, лежащими в одной плоскости.

**4 Космический футбол**

Половина сферической поверхности астероида с радиусом 1 км и плотностью  $3 \text{ г/см}^3$  оборудована под большое футбольное поле. Ворота шириной 7 м и высотой 3 м установлены на полюсах астероида. Мяч находится на линии одних ворот точно в ее середине. В каком интервале должны находиться направление и величина скорости, которые нужно задать мячу, чтобы после горизонтального удара он попал в противоположные ворота, не касаясь в полете поверхности астероида? Вращением астероида пренебречь.

**5 Мира Кита**

Известно, что в видимом диапазоне длин волн амплитуда изменения блеска звезды Мира Кита составляет  $8^m$ , а в инфракрасной области — около  $1.5^m$ . Считая излучение звезды чернотельным, определите, во сколько раз изменяется радиус звезды, если ее эффективная температура в максимуме и минимуме равна соответственно 2800 и 2300 К.

**6 Световое давление Солнца**

Сравните давление солнечного света и давление солнечного ветра на расстоянии Земли от Солнца. До какой скорости сможет разогнаться сферическая углеродная пылинка плотностью  $2 \text{ г/см}^3$  и радиусом 0.2 мкм под действием этих эффектов, если изначально пылинка находилась на расстоянии 1 а.е. от Солнца и была неподвижна? Концентрация частиц солнечного ветра вблизи Земли  $8.7 \cdot 10^6 \text{ м}^{-3}$ , их скорость — 450 км/с.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки  
работников образования



**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

Класс: **11**

**1 Заходящая звезда**

Астрономический азимут захода звезды на широте  $+60^\circ$  равен  $20^\circ$ . На какое минимальное расстояние и в каком направлении нужно уехать, чтобы в течение последующих суток можно было увидеть эту звезду в зените?

**2 Компенсатор рефракции**

С каким периодом должен вращать телескоп часовой механизм, чтобы удерживать точечный источник (звезду) со склонением  $0$ , находящийся высоко над горизонтом, на экваторе в центре поля зрения с учетом атмосферной рефракции? Наблюдатель находится на уровне моря при стандартных атмосферных условиях (температура  $+20^\circ\text{C}$ , давление 760 мм рт. ст.)

**3 Близкая планета**

Какая из внутренних планет большую часть времени является ближайшей к Земле? Считать орбиты планет круговыми, лежащими в одной плоскости.

**4 Взрыв в звездном трио**

Три звезды с равной массой обращаются вокруг общего центра тяжести по одинаковой круговой траектории, находясь в вершинах равностороннего треугольника. В один момент одна из звезд взрывается как сверхновая, и ее масса без остатка быстро покидает систему. Найдите эксцентриситет новых орбит оставшихся двух звезд.

**5 Мира Кита**

Известно, что в видимом диапазоне длин волн амплитуда изменения блеска звезды Мира Кита составляет  $8^m$ , а в инфракрасной области — около  $1.5^m$ . Считая излучение звезды чернотельным, определите, во сколько раз изменяется радиус звезды, если ее эффективная температура в максимуме и минимуме равна соответственно 2800 и 2300 К.

**6 Световое давление Солнца**

Сравните давление солнечного света и давление солнечного ветра на расстоянии Земли от Солнца. До какой скорости сможет разогнаться сферическая углеродная пылинка плотностью  $2 \text{ г/см}^3$  и радиусом  $0.2 \text{ мкм}$  под действием этих эффектов, если изначально пылинка находилась на расстоянии  $1 \text{ а.е.}$  от Солнца и была неподвижна? Концентрация частиц солнечного ветра вблизи Земли  $8.7 \cdot 10^6 \text{ м}^{-3}$ , их скорость —  $450 \text{ км/с}$ .



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки  
работников образования



**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР**

Класс: **9**

**1 Полет к звездам**

Прямо по курсу звездолета находится визуально двойная звезда с угловым расстоянием между звездами  $1'$ . Расстояние от звездолета до первой звезды этой пары составляет 2 пк, до второй – 3 пк. Звездолет летит между этими звездами. Нарисуйте схематический график изменения углового расстояния между звездами, видимого со звездолета, летящего со скоростью в 0.5 скорости света, со временем на ближайшие 30 лет, считая звезды неподвижными. Влиянием звезд на движение звездолета пренебречь. Все измерения сделаны в системе отсчета, связанной со звездолетом. Релятивистские эффекты не учитывать.

**2 Лунная вершина**

На рисунке показан снимок Луны. Определите высоту горы, обозначенной цифрой 1 (видна справа от терминатора). Селенографические координаты центров кратеров №2 и №3 соответственно равны  $\lambda_2=1^\circ 10'$ ,  $\beta_2=0^\circ 20'$  и  $\lambda_3=2^\circ 40'$ ,  $\beta_3=-10^\circ 15'$ . Оцените погрешность, с которой определена высота горы.

**3 Ночь среди бела дня**

В таблице приведены результаты измерений яркости фона неба в зените (звездные величины 1 квадратной секунды) перед началом и во время полной фазы солнечного затмения 1 августа 2008 года в Новосибирске. Приведены также значения фазы затмения и (для частных фаз) ослабления Солнца в звездных величинах. Пользуясь этими данными, сделайте вывод, является ли засветка от солнечной короны основным фактором, формирующим свечение неба во время полного солнечного затмения. Считать, что по своей яркости солнечная корона близка к полной Луне.

Время, UT	Яркость фона неба, m	Фаза затмения	Ослабление Солнца, m
10.40	7.14	0.935	3.93
10.41	7.39	0.952	4.36
10.42	7.83	0.969	4.99
10.43	8.09	0.986	6.17
10.44	12.55	1.003	–
10.45	12.40	1.019	–



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки  
работников образования



**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР**

Класс: **10**

**2 Лунная вершина**

На рисунке показан снимок Луны. Определите высоту горы, обозначенной цифрой 1 (видна справа от терминатора). Селенографические координаты центров кратеров №2 и №3 соответственно равны  $\lambda_2=1^\circ 10'$ ,  $\beta_2=0^\circ 20'$  и  $\lambda_3=2^\circ 40'$ ,  $\beta_3=-10^\circ 15'$ . Оцените погрешность, с которой определена высота горы.

**3 Ночь среди бела дня**

В таблице приведены результаты измерений яркости фона неба в зените (звездные величины 1 квадратной секунды) перед началом и во время полной фазы солнечного затмения 1 августа 2008 года в Новосибирске. Приведены также значения фазы затмения и (для частных фаз) ослабления Солнца в звездных величинах. Пользуясь этими данными, сделайте вывод, является ли засветка от солнечной короны основным фактором, формирующим свечение неба во время полного солнечного затмения. Считать, что по своей яркости солнечная корона близка к полной Луне.

Время, UT	Яркость фона неба, m	Фаза затмения	Ослабление Солнца, m
10.40	7.14	0.935	3.93
10.41	7.39	0.952	4.36
10.42	7.83	0.969	4.99
10.43	8.09	0.986	6.17
10.44	12.55	1.003	—
10.45	12.40	1.019	—



**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР**

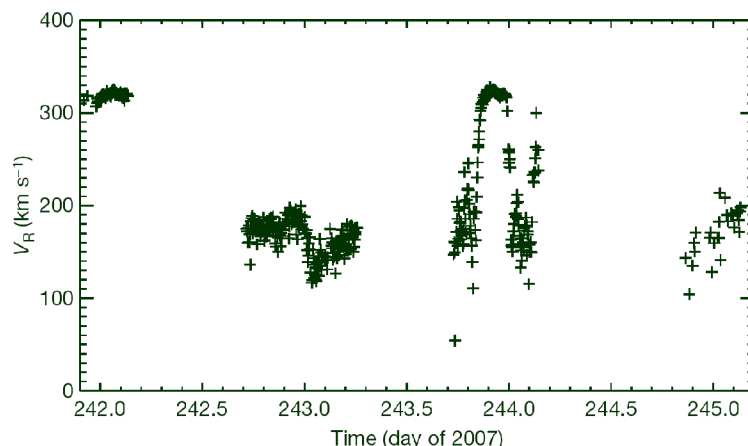
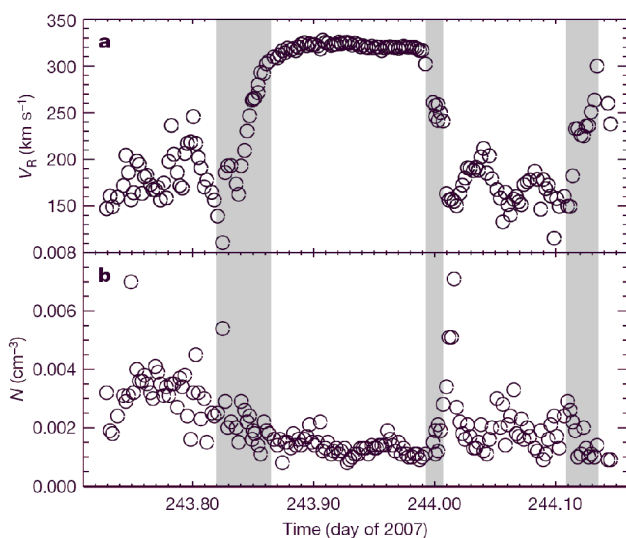
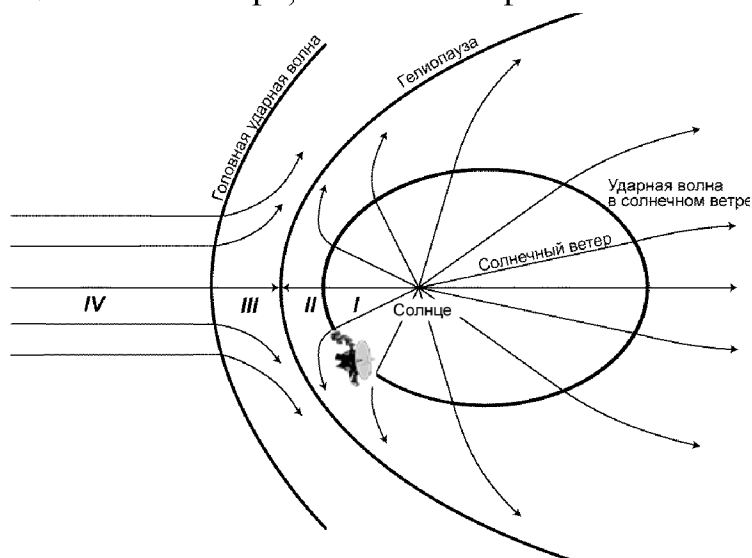
Класс:

**10 11**

**1 Вояджер 2**

Космический аппарат Вояджер 2 в августе 2007 года пересек ударную волну в солнечном ветре на границе гелиосферы. Схема гелиосферы показана на рисунке. Момент прохождения сквозь ударную волну характеризовался резкой сменой характеристик солнечного ветра: плотности, скорости, температуры. Вам предоставлен график изменения скорости и плотности солнечного ветра. Серым цветом показаны участки пересечения ударной волны. На втором графике показано изменение скорости солнечного ветра на большем масштабе времени: в самой левой части Вояджер 2 всё еще находился в области невозмущенного солнечного ветра, в самой правой части — окончательно прошел ударную волну.

Объясните, почему было зарегистрировано несколько участков пересечения ударной волны. Оцените толщину зоны, в которой можно встретиться с ударной волной. Оцените толщину ударной волны. Гелиоцентрическая скорость Вояджера 2 — 3.3 а.е. в год.





**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР**

Класс: **11**

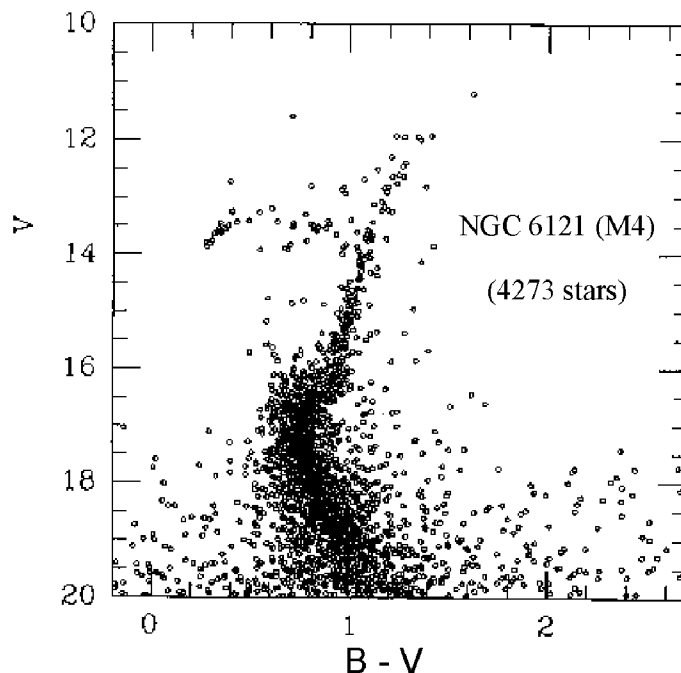
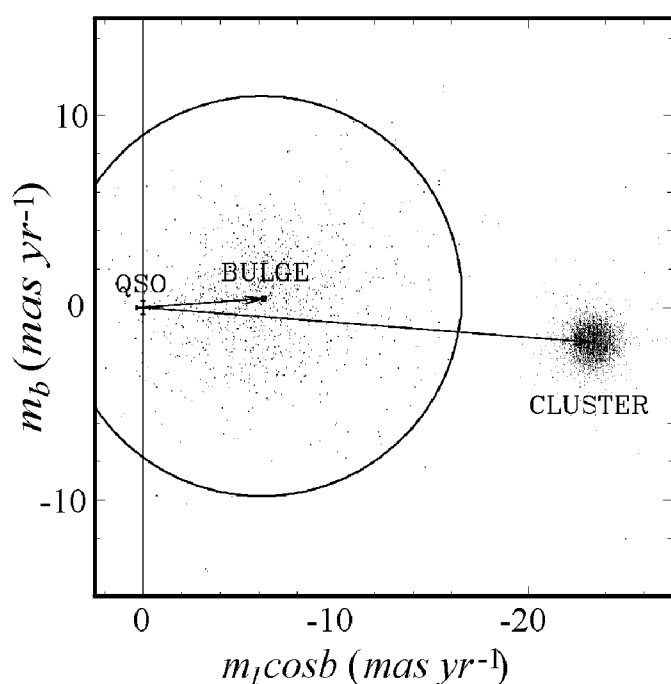
**2 Балдж и звездное скопление**

На рисунке слева показана диаграмма собственных движений для звезд галактического балджа (центральной области Галактики) и шарового скопления М4 (NGC 6121), измеренных относительно далекого квазара. По горизонтальной оси отложено собственное движение вдоль галактической долготы (отсчитываемой в плоскости Галактики), а по вертикальной оси – собственное движение по галактической широте (в направлении, перпендикулярном к плоскости Галактики). Собственные движения даны в единицах 0.001 угловой секунды в год. Измерения собственных движений проводились с помощью Космического телескопа им. Хаббла.

На рисунке справа показана диаграмма "цвет – величина"  $V-(B-V)$  для шарового скопления М4. Шаровое скопление находится на небе недалеко от центра Галактики.

Исходя из известной скорости вращения Галактики на расстоянии Солнца (220 км/с), оцените расстояние до центра Галактики. В предположении равноправности всех направлений движения звезд балджа, определить характерную величину их пространственной скорости.

Оцените также полную пространственную скорость шарового скопления М4 в Галактике, если его лучевая скорость равна +70 км/с. Для простоты можно считать, что скопление находится на луче зрения, соединяющем Солнце и центральную область Галактики (балдж).





Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Академия повышения квалификации и профессиональной переподготовки  
работников образования



**XVI Всероссийская олимпиада  
школьников по астрономии  
г. Анапа, 2009 г.**

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ТУР**

Класс: **11**

**3** **Далекая Сверхновая**

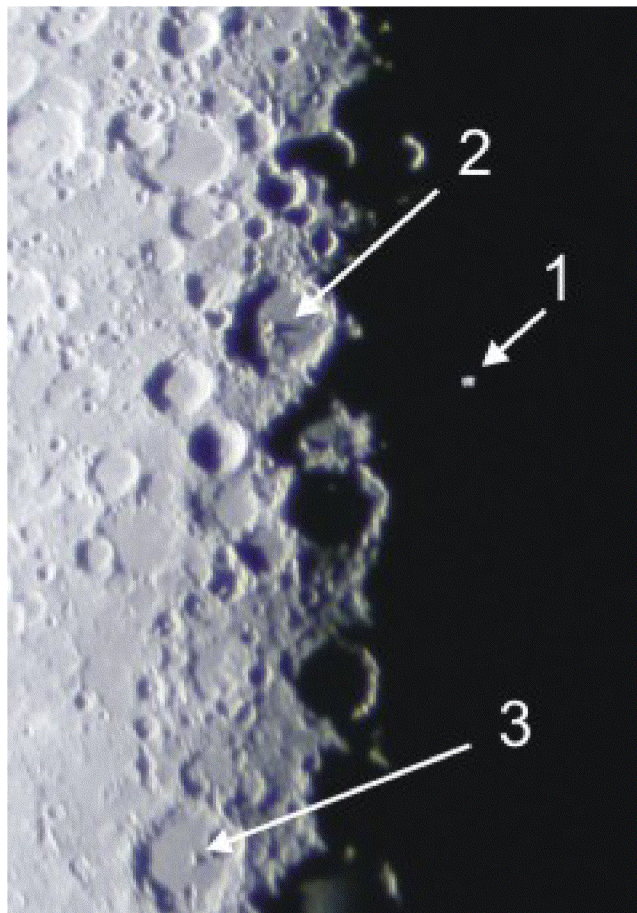
На рисунке приведен снимок сверхновой II типа, полученный на фотопластинку в фильтре V (сверхновая отмечена стрелкой). На этом снимке цифрами от 1 до 4 обозначены фотометрические стандарты (координаты и блеск звезд даны в таблице). Определите пространственное расстояние между сверхновой и центром галактики, в которой она вспыхнула. Известно, что абсолютная звездная величина данной сверхновой равна  $-16^m$ .

№ звезды	$m_V$	$\alpha$	$\delta$
1	15.0	10h 30m 47.4s	18°09'41"
2	15.5	10h 30m 12.0s	18°10'12"
3	15.7	10h 30m 12.2s	18°15'10"
4	16.5	10h 30m 40.4s	18°13'54"



Класс: 9 10

Задание: 2



Класс: 11

Задание: 3

