

САМАРСКИЙ ДВОРЕЦ ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА
САМАРСКАЯ ОБЛАСТНАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА



УСЛОВИЯ КОНКУРСНЫХ ЗАДАЧ
ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ SAMRAS-2014
СРЕДИ УЧАЩИХСЯ 10-11 КЛАССОВ
ЗАОЧНОГО ТУРА № 1

Задачи подготовил:

Филиппов Юрий Петрович,
научный руководитель школы,
старший преподаватель кафедры
общей и теоретической физики
Самарского государственного
университета, к.ф.-м.н.

Самара, 2013 г.

Уровень «Новичок» (уровень А)

Задача № 1. «Третья по яркости звезда небосвода»

Условие. Как называется третья по яркости (не считая Солнца) звезда небосвода. В каком созвездии она находится? Можно ли ее наблюдать в течение года в г. Самара? (3 балла).

Задача № 2. «Карусель из тел Солнечной системы»

Условие. На приведенном ниже рис. 1 представлены тела Солнечной системы. Определите эти тела. Укажите также их порядковый номер (начиная с "1") в порядке их удаленности от центра Солнечной системы. (на копии этой картинке подпишите названия этих тел и укажите рядом номера). (0% ÷ 20% правильных ответов – 1 балл, 20% ÷ 40% – 2 балла, 40% ÷ 60% – 3 балла, 60% ÷ 90% – 4 балла, 90% ÷ 100% – 5 баллов).



Рис. 1.

Задача № 3. «Горизонтальный параллакс Нептуна»

Вычислите горизонтальный параллакс Нептуна в противостоянии, если известно, что его гелиоцентрическое расстояние в этот момент равно 30 а.е.? Горизонтальный параллакс Солнца равен $8.8''$. (3 балла).

Задача № 4. «Хронологическая последовательность событий»

Условие. В один и тот же день были зарегистрированы следующие события (время – всемирное):

- А. Падение метеорита на Дальнем востоке в 3 час 20 мин;
- В. Вспышка в одном из кратеров Луны в 3 час 18 мин;
- С. Хромосферная вспышка на Солнце в 3 ч 27 мин;
- Д. Начало извержения вулкана на поверхности Ио – спутника Юпитера в 3 ч 37 мин (Юпитер в противостоянии);
- Е. Вспышка новой звезды в Большом Магеллановом облаке в 4 ч 45 мин.

Что можно сказать о последовательности этих событий во времени? (4 балла).

Задача № 5. «"Запаздывание" океанских приливов»

Условие. Как известно, океанские приливы каждые последующие сутки наступают примерно на 50 минут позже предыдущих. Почему? (4 балла).

Задача № 6. «О движении по эллипсу и средней скорости»

Условие. При движении тела Солнечной системы по эллипсу относительно Солнца его скорость максимальна в перигелии и минимальна в афелии. В какой точке траектории скорость тела равна ее среднему значению V_a ? (5 баллов).

Уровень «Знаток» (уровень В)

Задача № 7. «Двойной большой крест 1999 года»

Условие. 18 августа 1999 большинство планет Солнечной системы по отношению к Земле сформировали редкую конфигурацию, названную впоследствии "Двойным большим крестом 1999 года". Конфигурация такова: Уран находился в противостоянии, Юпитер и Сатурн вблизи своих западных квадратур, Марс – вблизи своей восточной квадратуры (рядом с ним располагалась Луна), Меркурий и Венера – вблизи своих нижних соединений. Постройте рисунок, адекватный данной конфигурации. Используя предположение о круговых орбитах планет и значения больших полуосей их орбит (возьмите эти данные из справочника), оцените геоцентрические расстояния до указанных выше тел в этой конфигурации. (6 баллов).

Задача № 8. «Вспышка Новой Дельфина 2013»

Условие. В ночь с 14 на 15 августа 2013 года (будем полагать далее в момент $UT_1 = 00^h00^m$ по всемирному времени) японским астрономом-любителем Коити Итагаки с помощью 60-сантиметрового рефлектора и ПЗС-камеры была обнаружена новая звезда (с $m_1 = 6.8^m$) в созвездии Дельфина – Новая Дельфина 2013 (Nova Delphini 2013). Известно, что за сутки до обнаружения звезда имела блеск $m_0 = 17.1^m$. Блеск звезды достиг максимума ($m_2 = 4.3^m$) 16 августа в момент $UT_2 = 12^h00^m$, после чего стал медленно уменьшаться со скоростью примерно $v_m = 0.17^m/\text{сут}$. Опираясь на данные наблюдений, вычислите 1) амплитуду изменения блеска звезды, 2) отношение светимостей звезды до и в максимуме вспышки, 3) время (и дату этого момента), через которое блеск звезды достигнет первоначального значения, если полагать, что скорость падения блеска остается неизменной с течением времени. (7 баллов).

Задача № 9. «Кривая блеска Новой Дельфина 2013»

Условие. Опираясь на результаты предыдущей задачи, построьте кривую блеска Nova Delphini 2013 (рекомендуется все участки кривой между экспериментальными точками аппроксимировать прямыми отрезками). Зная расстояние до данной звезды (по двум независимым экспериментам оно оценено значениями $r_1 = 11400$ и $r_2 = 17900$ св. лет) определите абсолютную звездную величину и светимость (в светимостях Солнца) звезды до и в максимуме вспышки (для каждого значения r_i). (8 баллов).

Задача № 10. «О движении Солнца по эклиптике»

Условие. Высокоточные наблюдения за движением Солнца в течение года позволяют сделать вывод, что по эклиптике движется не само Солнце, а некоторая точка, относительно которой

Солнце совершает колебания с амплитудой $\delta\varphi = 6.5''$ и периодом $T = 27.32$ средних солнечных суток. Какова причина этих колебаний? Как, используя это явление, определить массу Луны? (8 баллов).

Задача № 11. «Ночной дайвинг и Вега»

Условие. Дайвер решил выполнить ночное погружение в воду, вдали от берега. В момент погружения звезда Вега оказалась точно в зените. Дайвер обнаружил, что, начиная с некоторой глубины h_{\max} , звезда перестает быть видимой. Определите широту места погружения дайвера. Оцените также глубину h_{\max} , учитывая феномен отражение света от поверхности воды (показатель преломления воды $n = 4/3$) и полагая, что его поглощение водой описывается законом Бугера-Ламберта ($\kappa = 2.4 \text{ м}^{-1}$ – бугеровский коэффициент поглощения света водой). Склонение Веги $\delta_V = +38^\circ 47'$, а видимая звездная величина $m_V = 0.03^m$. (9 баллов).

Задача № 12. «Проблема глобального лунного телевидения»

Условие. Докажите, что у Луны не может быть стационарного спутника и, следовательно, глобальное лунное телевидение необходимо осуществлять иными способами, чем спутниковое телевидение на Земле. (10 баллов).

Уровень «Профи» (уровень С)

Задача № 13. «Галактика M100 и ее свойства»

Условие. На рис. 2 представлена фотография галактики M100. Используя ее, определите морфологический тип галактики по классификации Э. Хаббла. Полагая, что галактика на фотографии расположена "плашмя", определите линейные размеры галактики, если известно, что расстояние до галактики $r = 55$ млн. св. лет, а ее угловые размеры составляют $7.4' \times 6.3'$. Оцените угловую площадь небосвода, которую покрывает данная галактика (в квадратных градусах), учитывая что форма ее видимой границы близка к форме эллипса. Определите радиальную скорость удаления галактики. (11 баллов).

Задача № 14. «О сближении летящей звезды Барнарда и Солнца»

Условие. Как известно "Летящая звезда Барнарда" обладает самым большим *собственным движением* (угловой скоростью перемещения по небесной сфере) среди известных звезд ($\mu = 10.358''$ в год) и в настоящее время сближается с Солнцем. Определите момент времени, когда эта звезда пройдет на минимальном расстоянии от Солнца, если известно настоящее расстояние до звезды (5.96 св. лет) и ее радиальная (лучевая) скорость (-106.8 км/с). Вычислите для этого момента ее тангенциальную и лучевую скорость, собственное движение, параллакс, расстояние (в св. г), видимую звездную величину (ее сегодняшнее значение – $m_V = 9.57^m$). Определите, будет ли видна звезда невооруженным глазом. (12 баллов).

Задача № 15. «Угловые масштабы петли попятного движения»

Условие. Как известно, все планеты Солнечной системы при наблюдении с Земли совершают как прямое так и попятное движение относительно звезд. Объясните причину попятного движения. Вычислите угловой диаметр петли попятного движения в случае 1) внутренней и 2) внешней планеты. Определите численные значения искомой величины для всех классических планет и Плутона. (13 баллов).

Задача № 16. «Мысленный эксперимент и светила земного небосвода»

Условие. Как известно, одной из составляющих межзвездной среды нашей Галактики являются диффузные темные пылевые туманности. При движении в теле галактики Солнечная система, в принципе, может попасть в одно из таких гигантских облаков. Проведем мысленный эксперимент: допустим, что эта ситуация имеет место, а пылевое облако является очень плотным и однородным. В результате чего полная Луна в небе Земли стала слабее на 0.4^m . Назовите все небесные объекты, которые будут видны на небосводе Земли невооруженным глазом. Каким (примерно) будет их блеск? (14 баллов).

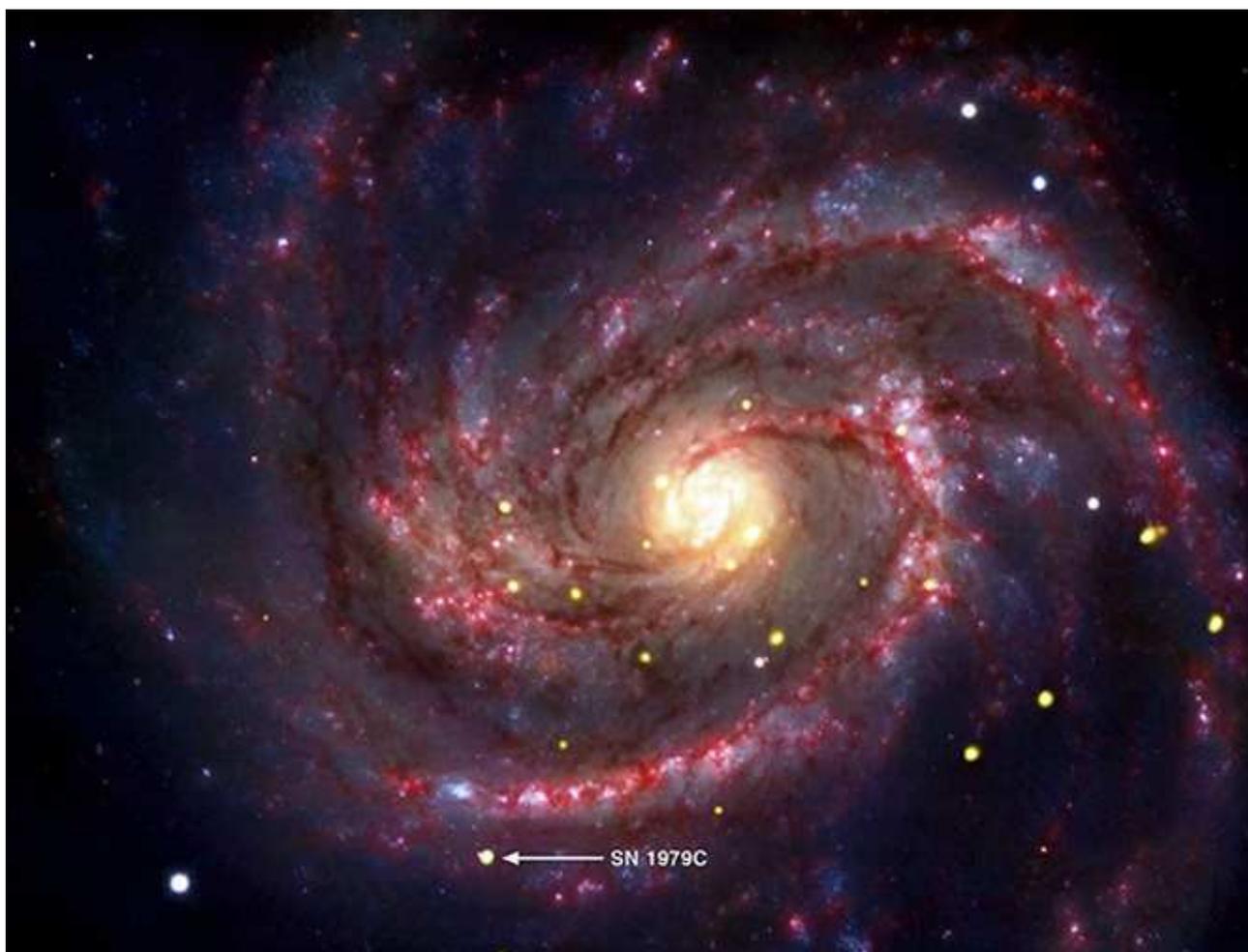


Рис. 2. Галактика M100 (NGC 4321) и сверхновая SN1979C.

Задача № 17. «Галактика M100 и сверхновая SN1979C»

Условие. Опираясь на данные наблюдений для галактики M100 и результаты расчетов задачи № 13, определите угловой и линейный масштабы фотографии, оцените расстояние от центра галактики до сверхновой. Полагая, что звезда находится на краю галактики, в ее диске и движется по орбите, близкой к круговой, оцените ее угловую (рад/год) и линейную скорость (км/с), период обращения (год) и ускорение свободного падения (м/с^2). Предполагается, что полная масса галактики составляет $\mathcal{M}_G = 6 \cdot 10^{10} \cdot \mathcal{M}_\odot$. Полагая, что галактика на фотографии расположена "плашмя", а форма ее видимой границы близка к форме эллипса, оцените ее среднюю поверхностную массовую плотность (в массах Солнца на квадратный парсек). (14 баллов).

Задача № 18. «Энергия вспышки Новой Дельфина 2013»

Условие. Опираясь на данные наблюдений Новой Дельфина 2013, представленные в задачах № 7-8, и основные результаты этих задач, определите законы изменения светимости звезды ($L_*(t)$) на интервалах времени (14-08-2013 года, $UT_0 = 00^h 00^m$; 15-08-2013 года, $UT_1 = 00^h 00^m$), (15-08-2013 года, $UT_1 = 00^h 00^m$; 16-08-2013 года, $UT_2 = 00^h 00^m$), (16-08-2013 года, $UT_2 = 00^h 00^m$; окончание вспышки). Используя полученные зависимости, оцените полное количество энергии (E_{tot}), которое излучила звезда за все время вспышки. Оцените 1) массу звездного вещества, которое было превращено в лучистую энергию во время вспышки и 2) время, которое потребовалось бы Солнцу, чтобы излучить энергию E_{tot} . (15 баллов).