



УТВЕРЖДЕНО  
Заместитель председателя  
оргкомитета заключительного этапа  
республиканской олимпиады

К.С. Фарино

15 марта 2007 года



## ХІІІ Республіканская олімпіада па астраноміі

задавання для заключальнага этапу

26 – 31 марта 2007 года



### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

**1 «Черная каракатица»** Яхта «Черная каракатица» начала свое плавание в полдень в момент весеннего равноденствия на экваторе в акватории Индийского океана, двигаясь только днем строго в направлении Солнца. В течение путешествия зенитное расстояние дневного светила в верхней кульминации оставалось постоянным. На каком расстоянии и в каком направлении относительно точки старта будет находиться «Черная каракатица» в день олимпиады? Изобразите схематически и поясните траекторию движения яхты. Оцените скорость «Черной каракатицы» в день олимпиады.

**2 «Аномалия Пионера»** Космический аппарат (КА) *Pioneer-10* (масса 258 кг, диаметр параболической антенны 2,75 м) покинул сферу действия Юпитера 4.12.1973 г. с гелиоцентрической скоростью 22,1 км/с и продолжает движение в направлении звезды Альдебаран ( $p = 0,0501''$ ). В начале 1980 г. на расстоянии 20 а.е. от Солнца было обнаружено постоянное аномальное торможение КА, составляющее  $8,74 \times 10^{-10} \text{ м/с}^2$ . Связь с КА поддерживалась до начала 2003 г. Используя данные задачи, рассчитайте: время путешествия КА до звезды Альдебаран; величину отклонения траектории КА от расчетной за время наблюдения и массу (в  $M_{\oplus}$ ) гипотетических невидимых объектов, вызвавших торможение КА. Предложите и обоснуйте другое объяснение данной аномалии.

**3 «Адаптивная оптика»** Изображение звезды, полученное в лучах  $V$  на телескопе Кек II с выключенной системой адаптивной оптики, имеет вид равномерно освещенного кружка с интенсивностью в 100 раз меньшей интенсивности центра идеального дифракционного изображения. Рассчитайте разрешающую способность телескопа. Во сколько раз она повысится после включения адаптивной оптики? Найдите проникающую способность Кек II, если фон неба в лучах  $V$  на горе Мауна Кеа составляет  $23^{\text{м}}$  на квадратную угловую секунду.

**4 «Эволюция звезды»** В межзвездной среде образовалась протозвезда массы  $0,9 M_{\odot}$  и выпадение окружающего вещества на нее завершилось. Во сколько раз плотность протозвезды в момент, когда ее радиус равен 0,1 а.е., меньше той, при которой термоядерные реакции остановят сжатие? Сколько времени звезда будет находиться на главной по-

следовательности? Оцените скорость образования нейтрино во время этой стадии. Во время какой из фаз эволюции теплоемкость звезды максимальна?

Массы ядер водорода и гелия равны соответственно 1,00813 а.е.м. и 4,00389 а.е.м., атомная единица массы  $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ кг}$ , астрономическая единица  $1 \text{ а.е.} = 149\,600\,000 \text{ км}$ , радиус Солнца  $R_{\odot} = 696\,000 \text{ км}$ , солнечная постоянная  $b = 1370 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ .

**5 «В окрестностях черной дыры»** В далеком будущем два космонавта изучают черную дыру ( $M = 10 M_{\odot}$ ), "открытую" около Сириуса. Оба находятся на круговых орбитах вокруг дыры с полуосями  $2R_g$  и чуть-чуть-чуть больше  $R_g$  ( $R_g$  – радиус сферы Шварцшильда). Какова средняя плотность исследуемой черной дыры? Чему равны периоды обращения космонавтов? Как выглядит Солнце для каждого из космонавтов? Опишите, как протекают основные этапы эволюции Солнца для каждого из космонавтов.

Ввиду сложности расчетов в данной задаче в рамках ОТО, можно ограничиться приближением СТО.