

**Астрономия, 11 класс, муниципальный этап**  
**Время выполнения – 3 часа.**

**Каждая задача оценивается в 8 баллов.**

*Максимальное количество баллов присуждается только при наличии объяснения полученного результата.*

*При выполнении заданий разрешается пользоваться калькулятором.*

*При численных расчетах необходимо соблюдать правила действия с приближенными величинами.*

**Задание 1.**

В двух пунктах, расположенных на одном и том же географическом меридиане, наблюдалась нижняя кульминация Полярной звезды. В первом пункте кульминация этой звезды произошла на зенитном расстоянии  $70^\circ$ , а во втором пункте ее кульминация произошла на зенитном расстоянии  $10^\circ$ . Каково расстояние между пунктами?

**Задание 2.**

4 ноября уравнение времени было равно  $-16$  мин. Когда наступил истинный полдень в Ярославле в эту дату по московскому времени?

**Задание 3.**

Два астероида движутся в плоскости эклиптики по круговым орбитам с сидерическими периодами  $T_1 = 8$  лет и  $T_2 = 64$  года. Определите отношение начальной и конечной гелиоцентрических скоростей космического аппарата, совершающего перелет между орбитами астероидов.

**Задание 4.**

Определите скорость протона  $v$ , полная энергия которого равна кинетической энергии Солнца, при его движении вокруг центра Галактики.

**Задание 5.**

Для гравитонов (квантов гравитационного поля) из анализа гравитационно-волнового сигнала, удалось найти ограничение на массу  $E < m_g c^2 < 7,7 \cdot 10^{-23}$  эВ. Для нейтрино, четверть века назад, масса  $m_\nu$  оценивалась в 20000 раз меньше массы электрона. Во сколько раз отличались массы этих частиц по результатам первых экспериментов?

**Задание 6.**

Частота слияний черных дыр в двойных системах составляет  $10^{-5} - 10^{-6}$  слияний в год на одну стандартную галактику. Частота слияний нейтронных звезд составляет  $10^{-4}$  слияний в год на одну стандартную галактику. Во сколько раз отличаются максимальные расстояния  $r_q/r_H$ , с которых можно наблюдать слияния этих звезд одним и тем же телескопом? Принять, что характерные массы объектов различаются на порядок.