

# ТРЕТИЙ ЭТАП РЕСПУБЛИКАНСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО АСТРОНОМИИ

## Teоретический тур



Январь 2017 года

### Задача 1

- (а) Чему равны максимальная и минимальная высоты над горизонтом звезды α UMa в Минске? Склонение Дубхе составляет  $+61^{\circ}39'32.0''$ , а прямое восхождение –  $11^{\text{h}}04^{\text{m}}45.04^{\text{s}}$ .
- (б) Найдите максимальное и минимальное значения южного азимута для этой звезды для Минска.

### Задача 2

Каждый год ночное небо удивляет астрономов кометами – как известными периодическими (не пропустите комету Галлея в 2061 году!), так и открытыми впервые. Однако много ли кто задумывался о том, что эти кометы могут быть из другой звёздной системы? В данной задаче Вы сможете оценить примерную вероятность этого необычного явления (можно ли будет распознать внесолнечную природу такой кометы – это уже другой вопрос). Считайте, что средняя концентрация звёзд в окрестностях Солнца  $n_{st} \approx 0.14 \text{ пк}^{-3}$ . Считайте также, что во время формирования звёзд большое количество комет в результате гравитационного взаимодействия с протопланетами будет катапультировано прямо в Млечный Путь. Общая масса этих комет составляет примерно 1 массу Земли, а каждая комета имеет радиус  $R \approx 1 \text{ км}$  и плотность  $\rho \approx 1 \text{ г см}^{-3}$ . В первом приближении дисперсия скоростей комет равна таковой для звёзд по соседству с Солнцем:  $\Delta v \approx 10 \text{ км с}^{-1}$ . Гравитационным притяжением Солнца Вы можете пренебречь.

Исходя из этих данных, определите вероятность, с которой в столетие «экзокомета» приблизится к Солнцу на расстояние орбиты Юпитера ( $R_J$ ) – настолько близко, что комета начнёт испаряться и можно будет наблюдать её хвост.

### Задача 3

Карликовая планета движется вокруг Солнца так, что максимальное расстояние до него вдвое больше минимального, при этом ее период обращения составляет 3 года. Чему равна наибольшая угловая скорость планеты в противостоянии для земного наблюдателя? Орбиту Земли считайте круговой.

### Задача 4

Если максимальные значения температуры поверхности цефеиды и ее радиуса больше минимальных на 20% и 10% соответственно, то чему равна разность ее максимальной и минимальной абсолютной звездной величины?

### Задача 5

Компьютерное моделирование Солнца и его внутренних слоёв дает значения плотности вещества  $\rho = 1.53 \times 10^5 \text{ кг м}^{-3}$  и оптической плотности  $\kappa = 0.217 \text{ м}^2 \text{ кг}$  в его центре. Подсказка: при решении данной задачи Вам предстоит выяснить физический смысл величины  $\kappa$ .

- (a) Длина свободного пробега для частицы является путём, который успевает пройти движущаяся частица до столкновения с другой частицей. Выведите формулу средней длины свободного пробега как функцию от концентрации частиц  $n$  и площади поперечного сечения частицы  $\sigma$ .
- (b) Исходя из соответствия размерностей, выведите длину свободного пробега для фотона от  $\rho$  и  $\kappa$ . Чему равна эта длина для фотона в центре Солнца?
- (c) При большом количестве столкновений в их результате частицы меняют направление движения. При этом путь, пройденный частицей за всё время столкновений в одном направлении по прямой (иными словами, её перемещение), равен  $d = l\sqrt{N}$ , где  $l$  – длина свободного пробега, а  $N$  – количество столкновений. Считая среднюю длину свободного пробега постоянной, найдите время, необходимое фотону для преодоления пути из центра Солнца к его поверхности.

Широта Минска	$53^{\circ}53'48''$ с. ш
Долгота Минска	$27^{\circ}33'56''$ в. д.
Зимнее солнцестояние 2016	21.12 10:44 UTC-0
Тропический год	365.2422 сут
Наклон плоскости эклиптики к плоскости земного экватора	$23^{\circ}26'$
Астрономическая единица	$1.496 \times 10^{11} \text{ м}$
Большая полуось орбиты Юпитера	5.2044 а.е.
Радиус Солнца	$6.96 \times 10^8 \text{ м}$
Скорость света в вакууме	299792458 м/с