

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Муниципальный этап
2024/25 учебный год
Ключи к задачам
7-8 класс

Задание 1. (§ 4.2. Параллакс и геометрические способы измерений расстояний)

На фотографии показан транзит Меркурия по диску Солнца, который происходил 11 ноября 2019 года. Следующее такое явление для наблюдателя с Земли можно будет наблюдать только в 2032 году. Оцените диаметр Меркурия, если угловой размер диска Солнца, видимый на фото, равен $51''$. Расстояние Меркурия до Солнца было равно 52 млн. км., от Земли до Солнца 150 млн. км.



Решение

1. (4 балла, 1 балл за перевод секунд в радианы, 2 балла за верную формулу, 1 балл за верный расчет) Среднее расстояние от Земли до Солнца 150000000 км. Зная угловой диаметр диска Солнца, который присутствует на фотографии, и расстояние от Земли до Солнца определим линейный размер видимого диска: $l = r_E \cdot \alpha = r_E \cdot 0.00025 \approx 37500.00000$ км ($51'' \approx 0.00025$ рад).

2. (2 балла) Меркурий покрывает примерно пятую часть видимого диска Солнца, то есть примерно 7500 км.

3. (2 балл). Так как 11 ноября 2019 года расстояние от Земли до Меркурия относилось к расстоянию от Меркурия до Солнца как 2 к 3, то оценим диаметр планеты: $7500 \cdot 2/3 \approx 5000$

Ответ: 5000 км

Задание 2. (§ 4.3. Экваториальные координаты на небесной сфере)

На какую максимальную высоту над горизонтом может подняться Венера при наблюдении из Курска (широта $51^\circ 43'$ с.ш., долгота $36^\circ 11'$ в.д.)?

Решение

1. (2 балла). Для определения высоты Венеры над горизонтом, заметим, что максимальная высота Солнца над горизонтом $h = 90^\circ - \varphi + 23^\circ 26' = 90^\circ - 51^\circ 43' + 23^\circ 26' = 61^\circ 43'$.

2. (2 балла). Из справочника находим, что наклон Венеры к плоскости эклиптики $3^\circ 24'$. То есть максимальная высота Венеры будет при условии, что угол Земля-Солнце-Венера равен $\alpha = 3^\circ 24'$.

3. (2 балла, 1 балл – теорема синусов, 1 балл – найден угол Солнце-Земля-Венера). В этом случае угол β (угол Солнце-Земля-Венера) может быть

найден из теоремы синусов: $\frac{\sin \beta}{b} = \frac{\sin \alpha}{a}$, где b – радиус орбиты Венеры, а $a \approx 1 \text{ а.е.} - 0.7 \text{ а.е.} = 0.3 \text{ а.е.}$ – расстояние между Венерой и Землей в момент максимального наклона Венеры к плоскости эклиптики (примерное значение следует из малости угла β – в этот момент Венера находится в нижнем соединении практически между Солнцем и Землей). То есть

$$\beta = \frac{b \cdot \alpha}{a} \approx \frac{0.7 \cdot 3^\circ 24'}{0.3} \approx 8^\circ.$$

4. (2 балла). Таким образом, максимальная высота, на которую Венера может поднять над горизонтом при наблюдении из Курска равна $61^\circ 43' + 8^\circ = 69^\circ 43'$

Ответ: $69^\circ 43'$

Задание 3. (§ 4.5. Видимое движение Солнца и эклиптические координаты)

В 2024 году весеннее равноденствие произошло 20 марта. В каком из следующих городов продолжительность дня будет минимальной? Города: Курск, Париж, Мехико. Почему?

Решение

1. (3 балла). С момента пересечения Солнцем точки весеннего равноденствия его склонение непрерывно растёт.

2. (3 балла) В связи с этим продолжительность дня будет расти с востока на запад: день будет длиннее там, где Солнце взойдёт позже.

3. (2 балла) Таким образом, из перечисленных городов день будет самым коротким в Курске.

Ответ: Курск

Задание 4. (§ 1.1. Звездное небо)

Метеорный поток Персеиды наблюдается с 17 июля по 24 августа. Предполагая, что направление движения Земля перпендикулярно оси направления потока, определить его ширину.

Решение

1. (2 балла). Время движения Земли через поток равно $t = 39$ дней.

2. (3 балла). Орбитальная скорость Земли равна примерно

$$v_E = \frac{2\pi R_E}{T_E} \approx 30 \text{ км/с или } 2.6 \cdot 10^6 \text{ км/сутки.}$$

3. (3 балла). Таким образом, за это время Земля преодолела $s = vt \approx 100$ млн. км.

Ответ: около 100 млн. км.