

**Решения и рекомендации по оцениванию заданий муниципального этапа
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии 2024-2025 уч. год**

11 класс

Задание 1. (тема 4.5. Видимое движение Солнца и эклиптические координаты, категория сложности — 2)

Условие: В какую сторону архитектор должен обратить окна дома, чтобы в них попадало больше солнечного света?

Решение: 1. Солнце восходит на восточной стороне горизонта (ближе к точке юга или к точке севера в зависимости от времени года), выше всего поднимается над южной стороной горизонта и заходит на западной стороне горизонта.

2. Если направить окно точно на южную сторону, то в него будет попадать только полуденное, высоко стоящее Солнце, лучи которого составят небольшие углы с окном, и площадь проекции окна, перпендикулярная солнечным лучам будет мала.

3. Поэтому окно должно быть направлено на юго-восток или на юго-запад, чтобы «собирать» свет и поднимающегося (соответственно, заходящего) Солнца. Если считать, что видимый суточный путь Солнца симметричен относительно линии «север — юг», то эти направления равноценны.

Рекомендации по оцениванию: П.1 оценивается в 2 балла. П.2 оценивается в 3 балла. Эта часть решения может быть представлена чертежом. П.3 оценивается в 3 балла в случае полного ответа, и в 2 балла, если равноценность направлений не описана. Если участник учитывает, что склонение Солнца в течение суток немного изменяется и на основании этого утверждает, что весной и летом (когда склонение возрастает) предпочтительнее юго-западное направление, а осенью и зимой — юго-восточное (в северном полушарии Земли), то такое решение считается правильным и даже может компенсировать некоторые недочеты по первым двум пунктам решения.

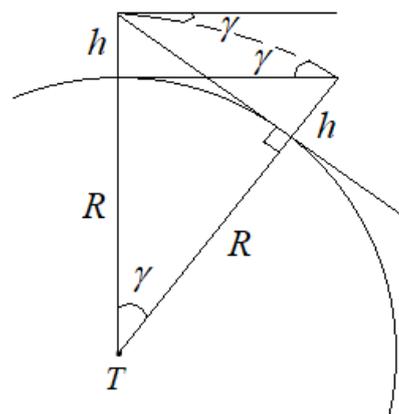
Задание 2. (тема 4.1. Угловые измерения на небосводе, категория сложности — 2)

Условие: Определите радиус Земли, если с горы высотой 1 км понижение горизонта составляет $1,01^\circ$.

Дано: $h = 1$ км, $\gamma = 1,01^\circ$. $R - ?$

Решение: $\cos \gamma = \frac{R}{R+h}$

$$\begin{aligned}(R+h) \cos \gamma &= R \\ R \cos \gamma + h \cos \gamma &= R \\ h \cos \gamma &= R(1 - \cos \gamma)\end{aligned}$$



$$R = \frac{h \cos \gamma}{1 - \cos \gamma} = \frac{h}{\frac{1}{\cos \gamma} - 1} = \frac{1 \text{ км}}{\frac{1}{\cos 1,01^\circ} - 1} = 6439,15 \text{ км.}$$

Ответ: 6439 км.

Рекомендации по оцениванию: Запись данных и искомой величин оценивается в 1 балл, чертеж со всеми обозначениями оценивается в 3 балла, если показаны не все три угла γ , то один балл снимается. Запись исходной формулы оценивается в 1 балл, вывод расчетной формулы — в 1 балл. Вычисления и ответ оцениваются в 2 балла, если ответ получен в метрах (6439150 м) и не переведен в километры, то 1 балл снимается. Ответ по памяти (6400 км) оценивается в 1 балл; ответ, заимствованный из Справочных материалов (6378,14 км), не оценивается. Ответ без решения оценивается в 1 балл.

Задание 3. (тема 8.7. Движение звезд, категория сложности — 1)

Условие: Будет ли наблюдаться доплеровское смещение спектральных линий, если исследуемая звезда неподвижна (ее пространственная скорость равна нулю) относительно Солнца?

Решение: 1. Доплеровское смещение спектральных линий возникает, когда звезда перемещается относительно наблюдателя, т. е. скорость по лучу зрения отлична от нуля.

2. Исследуемая звезда неподвижна относительно Солнца, значит для земного наблюдателя ее лучевая скорость будет испытывать периодические колебания с периодом 1 год.

3. Лучевая скорость будет равна нулю в моменты, когда направление движения Земли по орбите перпендикулярно направлению на звезду, и достигать величины $\pm 29,8$ км/с, когда указанные направления совпадают.

Ответ: доплеровское смещение спектральных линий будет наблюдаться большую часть года.

Рекомендации по оцениванию: П.1 оценивается в 1 балл. П.2 оценивается в 3 балла, п.3 — в 3 балла. Заключительный вывод оценивается в 1 балл. Развернутый ответ без пояснений оценивается в 2 балла, краткий ответ «да» — в 1 балл.

Задание 4. (тема: 5.1. Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит), категория сложности — 1)

Условие: Какие планеты, в какой конфигурации и из каких мест на Земле можно наблюдать всю ночь, с вечера до рассвета?

Решение: 1. Очевидно, что все верхние планеты (Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун) во время их противостояний могут быть видны всю ночь.

2. Из нижних планет можно наблюдать всю ночь Венеру в ее нижнем соединении.

3. Наклон орбиты Венеры к эклиптике $i = 3,4^\circ$, наклон эклиптики к небесному экватору $\varepsilon = 23,5^\circ$, тогда максимальное склонение Венеры $\delta = i + \varepsilon = 3,4^\circ + 23,5^\circ = 26,9^\circ$.

Если Солнце под горизонтом, но Венера при этом хотя бы на горизонте, т. е. $h = 0$, тогда

$$h_{\text{н.к.}} = \varphi + \delta - 90^\circ = 0.$$

$$\varphi = 90^\circ - \delta + h_{\text{н.к.}} = 90^\circ - 26,9^\circ + 0 = 63,1^\circ.$$

Таким образом, Венеру в нижнем соединении можно наблюдать всю ночь вблизи полярного круга.

Рекомендации по оцениванию: П. 1 — 2 балла, п. 2 — 3 балла, п. 3 — 3 балла (1 балл — за определение склонения, 1 балл — за понимание нижней кульминации Венеры, 1 балл — за определение географической широты).

Задание 5. (тема: 5.3. Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит), категория сложности — 2)

Условие: Предположим, сегодня вам надо наблюдать покрытие звезд Луной, а через неделю состоится затмение. В какой части небосвода следует искать Луну сразу после захода Солнца?

Решение: 1. Если затмение солнечное, то за неделю до него Луна в фазе последней четверти и видна после полуночи до утра, а вечером ее не видно.

2. Если затмение лунное, то за неделю до него Луна в фазе первой четверти и вечером видна над южной стороной горизонта.

Рекомендации по оцениванию: Обе части решения оцениваются в 4 балла. За каждый пропущенный этап рассуждений снимается по 1 баллу. Ответ без пояснений по двум частям решения оценивается в 2 балла, ответ только по второй части решения оценивается в 1 балл.

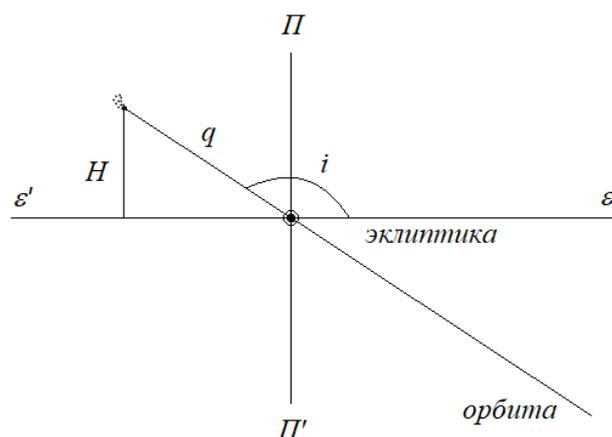
Задание 6. (тема: 10.2. Небесная механика в Солнечной системе, категория сложности — 2)

Условие: Комета C/2023 A3 (Цзцыциньшань-ATLAS) была обнаружена 9 января 2023 года. Дальнейшие наблюдения позволили определить элементы кометной орбиты: перигелийное расстояние 0,391 а.е., эксцентриситет орбиты 1,000136, наклонение $139,1^\circ$. Опишите кратко траекторию движения кометы. Комета прошла перигелий 27 сентября 2024 г., каково было расстояние кометы от плоскости эклиптики в этот момент?

Дано: $q = 0,391$ а.е., $e = 1,000136$, $i = 139,1^\circ$.

H — ?

Решение: 1. Траектория кометы — гипербола, т. к. эксцентриситет $e > 1$, но она



мало отличается от параболы, т. к. e мало отличается от единицы.

2. Движение является обратным — комета движется противоположно движениям больших планет (и Земли) из-за большого наклона i .

$$3. H = q \sin(180^\circ - i) = 0,391 \text{ а.е.} \cdot \sin(180^\circ - 139,1^\circ) = 0,391 \text{ а.е.} \cdot \sin 40,9^\circ = 0,256 \text{ а.е.}$$

Рекомендации по оцениванию: Запись данных и искомой величин оценивается в 1 балл, чертеж — в 1 балл. П. 1 в полной формулировке оценивается в 2 балла, в краткой («траектория – гипербола») — в 1 балл, п. 2 в полной формулировке — 2 балла, в краткой («движение обратное») – в 1 балл. Расчетная формула оценивается в 1 балл, вычисления — в 1 балл.