

## 9 класс

**1. Условие.** С территории города Новосибирска наблюдался восход одновременно двух звезд в 00 часов 00 минут по гражданскому времени. Время пребывания первой звезды над горизонтом составило 12 часов, а вторая была видна лишь 2 минуты. Ответьте на следующие вопросы:

А. В окрестности какой точки горизонта вошла первая звезда? Вторая звезда? Свой выбор поясните.

Б. Оцените разность азимутов точек восхода этих звезд.

### Возможное решение:

А. Поскольку первая звезда пребывала над горизонтом 12 часов, следовательно в течение суток она двигалась вдоль небесного экватора, (2 балла) а значит вошла она в точке востока (2 балла) математического горизонта. Вторая звезда была видна лишь 2 минуты, следовательно часть ее суточной параллели, видимой над горизонтом, крайне мала и огибает точку юга. (2 балла)

Б. Азимут точки востока равен  $270^\circ$ , а азимут точки юга –  $0^\circ$  ( $360^\circ$ ).

Следовательно, разность азимутов этих точек составляет  $\Delta A = 90^\circ$ . (2 балла)

**Максимальный балл: 8 баллов**

**2. Условие.** Космодром «Восточный» находится на  $52^\circ$  с.ш. Определите, сколько процентов от первой космической скорости уже имеет космический аппарат в момент старта ракеты за счет суточного вращения Земли. Приведите подробный расчет. Высотой космодрома над уровнем моря пренебречь.

### Возможное решение:

Первая космическая скорость:

$$\sqrt{\frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6400000}} \approx 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Скорость суточного вращения поверхности Земли на широте космодрома:

$$\frac{2\pi \cdot 6400 \cdot \cos 52^\circ}{24 \cdot 3600} \approx 0,3 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Итоговый ответ:  $\frac{0,3}{7,9} \approx 0,04 = 4\%$ .

**Максимальный балл: 8 баллов**

**Критерии оценивания:**

Правильный расчет, в т.ч. без отдельного указания промежуточных результатов, – 8 баллов. Ответ и промежуточные результаты могут слегка отличаться от авторских за счет округлений.

Нижеследующие критерии применяются в случае недочетов или неполного решения.

Использование первой космической скорости 8 км/с без расчета, как известной величины, – минус 1 балл. Использование этого же значения (8 км/с), как округленного результата расчета, или значения 7,9 км/с без расчета, как известной величины, не приводит к снижению баллов.

Использование солнечных суток (вместо правильных звездных) не приводит к снижению баллов – даже если прямо указано, что нужно использовать солнечные сутки (а не звездные или 24 часа как округление звездных).

Правильный расчет первой космической скорости – 3 балла, только правильная формула – 1 балл. Правильный расчет скорости космодрома – 3 балла, только правильная формула – 1 балл.

**3. Условие.** Во время пролета мимо Плутона, аппарат «Новые горизонты» обнаружил глыбы метанового льда высотой около 300 метров — примерно такой же высоты, как Эйфелева башня. Если представить, что на Плуtone на

вершине такой глыбы находится наблюдатель, то на какой угол для него понизится горизонт? Нарисуйте схему с указанием угла понижения горизонта. Радиус Плутона примите за 1188 км.

**Возможное решение:**

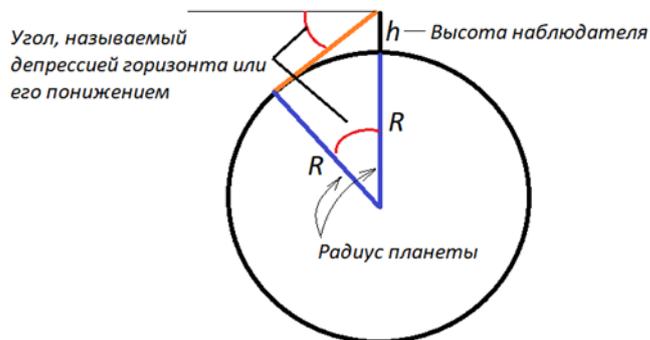
Участник может знать формулу угла понижения горизонта:

$$\alpha = \sqrt{\frac{2h}{R}} \text{ (3 балла) или вывести её из треугольника «наблюдатель — центр$$

Плутона — точка касания» (см. схему).

Здесь  $h$  – высота глыбы, на которой находится наблюдатель,  $R$  – радиус планеты.

$$\alpha = \sqrt{\frac{2h}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 300}{1188000}} = \sqrt{5 \cdot 10^{-4}} = 0,02 \text{ рад} = 1,28^\circ \approx 1,3^\circ \text{ (2 балла)}$$



(3 балла)

Ответ:  $1,3^\circ$

**Максимальный балл: 8 баллов**

**4. Условие.** Определите местное поясное время в Новосибирске (UTC+7,  $83^\circ$  в.д.):

А) солнечного полудня (приведите решение);

Б) восхода Солнца 22 сентября.

Угловой размер Солнца, атмосферную рефракцию, уравнение времени не учитывайте.

**Решение.** А) задачу можно решить, например, так:

$$\frac{7\text{ч.} \cdot \frac{15^\circ}{\text{ч.}} - 83^\circ}{\frac{15^\circ}{\text{ч.}}} \cdot 60\text{мин.} + 12.00 \approx 1,47 \cdot 60\text{мин.} + 12.00 \approx 13.28.$$

Округление или слегка другие ответы из-за округлений вполне допустимы.

Б) в районе 22.09 происходит осеннее равноденствие, и Солнце совершает почти большой круг по небесной сфере, т.е. Солнце восходит примерно в точке востока за 6 часов до солнечного полудня, т.е. в 7.28.

### **Критерии оценивания.**

**А)** за правильное решение и ответ (не обязательно совпадающие с авторскими в точности) – 5 баллов. Арифметические ошибки в адекватном решении, не приводящие к абсурдному ответу, – минус 2-3 балла.

Ответ «12.00» без адекватного решения – 0 баллов.

Правильный ответ около 13.30 без адекватного решения или вовсе без решения – 2 балла.

**Б)** если ответ участника в этапе А находится в более или менее разумном диапазоне (примерно, от 10.00 до 16.00), этап Б оценивается в полной мере, исходя из ответа участника в этапе А.

Ответ, полученный вычитанием 6 часов из ответа этапа А), даже если нет никаких пояснений, – 3 балла.

Если участник перепутал восход и закат и прибавил 6 часов – 1 балл.

**5. Условие:** Космический аппарат MRO (Марсианский разведывательный спутник) с камерой высокого разрешения HiRISE получил изображение поверхности Марса с высоким разрешением. Камера имеет разрешение 2,5 м

местности на 1 пиксель, снимки имеют размер  $1092 \times 851$  пикселей. Юного исследователя Марса Майю очень заинтересовал один из кратеров, попавший на снимок. Майя выяснила, что диаметр кратера на фотографии в 150 раз меньше большей стороны кадра. Определите линейный диаметр кратера.

**Решение:**

Составим пропорцию и вычислим, какой размер в пикселях имеет кратер:

$$\frac{1092_{\text{пк}}}{x} = 150$$

$$x = \frac{1092 \cdot 1}{150} = 7,3 \text{ пикселей} \quad (3 \text{ балла})$$

Зная, что в 1 пикселе 2,5 м, можно вычислить реальный линейный диаметр кратера:

$$d = 7,28 \cdot 2,5 = 18,3 \text{ м} \quad (5 \text{ баллов})$$

Ответ: 18,3 м.

**6. Условие.** Данная фотография сделана с помощью инфракрасной камеры космического телескопа «Джеймс Уэбб», который находится примерно в 1 млн. км от Земли, и его орбита лежит с хорошей точностью в плоскости эклиптики.

А) Определите центральный объект на фотографии. Ответ поясните.

Б) Оцените расстояние между центральным объектом и его спутником, обведенным маленьким кружком (спутник в центре кружка), – от центра до центра. Орбита спутника лежит в экваториальной плоскости центрального объекта.



**6. Решение.** А) это Уран. Такой объект с кольцами может быть в Солнечной системе только одним из четырёх газовых/ледяных гигантов. Поскольку фотография по условию сделана из плоскости эклиптики, видно, что плоскость колец, перпендикулярная оси вращения планеты, почти перпендикулярна плоскости эклиптики. Таким свойством обладает из четырёх планет-гигантов только Уран (в частности, это указано в справочных данных).

Б) Сопоставив размеры на фотографии со справочными данными (радиус Урана примерно 25600 км, диаметр около 51000 км), понимаем, что искомое расстояние примерно равно диаметру планеты (если точнее,  $39/38$  диаметра, но в данном случае это не сильно важно) – около 52000 км. Правильным ответом считается результат в диапазоне 48000 – 56000 км.

### **6. Критерии оценивания**

А) за ответ «Уран» с пояснением, включающим хоть какие-то правильные отсылки (словами или рисунком) к наклону оси или экватора Урана, и не имеющим явных ошибок, – 4 балла. При наличии таких ошибок – 2-3 балла.

За ответ «Уран» без пояснений – 2 балла.

За ответы вида «наверное, Уран», «Уран либо ...» (указаны 2 объекта – Уран и еще один какой-то) без отсылок к углам наклона – 1 балл.

Ответы вида «какая-либо планета-гигант с кольцами» – 0 баллов.

**Б)** За правильный ответ в диапазоне 48000 – 56000 км – 4 балла.

Приведение решения или чертежа необязательно.

За каждую 1 тыс. км отклонения от этого диапазона (включительно) – минус 1 балл.

За ответ с точностью 100 км или 50 км (например, 53400 км или 53450 км) баллы не снимаются. За ответ с точностью до десятка километров, – но не 50 (например, 53430 км), – минус 1 балл. За ответ с большей точностью – минус 2 балла.

Если участник перепутал радиус планеты с диаметром и получил ответ в 2 раза меньше, за этап Б ставится 0 баллов, т.к. тогда получается, что спутник «скользит» по планете.

Минимальный балл за этап Б – 0 баллов.

Если участник пытается учесть отличие угла наклона экваториальной плоскости Урана к эклиптике от 90 градусов либо пытается учесть угол наклона колец (т.е. той же экваториальной плоскости Урана) к картинной плоскости – т.е. решает избыточно сложную в данном случае задачу – и разумным образом успешно получает ответ, такое решение этапа Б считается правильным. Ответ, в этом случае, может существенно выйти за диапазон правильного ответа авторского решения (реальное расстояние этого спутника до центра Урана около 56 тыс. км) и оценка за этап определяется исходя из разумности допущений и выкладок участника. Но к такому решению также применяются указанные выше критерии точности ответа.

За правильный расчет для «неправильных» Юпитера, Сатурна, Нептуна этап Б оценивается полностью в соответствии с вышеприведенными

критериями (включая точность указания ответа и путаницу «диаметр/радиус»).

Диапазоны правильных ответов для этих планет:

Юпитер – 130000 – 160000 км – *4 балла*; за каждые 3 тыс. км (включительно) отклонения от диапазона – *минус 1 балл*;

Сатурн – 110000 – 135000 км – *4 балла*; за каждые 3 тыс. км (включительно) отклонения от диапазона – *минус 1 балл*;

Нептун – 47000 – 55000 км – *4 балла*; за каждую 1 тыс. км (включительно) отклонения от диапазона – *минус 1 балл*.