

9 класс

1. Высота противосияния

Противосияние является частью т.н. зодиакального света, возникающего в результате рассеяния солнечного света пылевыми частицами межпланетной среды. Наблюдать противосияние можно только на очень темном безлунном ночном небе как крайне тусклое пятно, расположенное в области небесной сферы, диаметрально противоположной текущему положению Солнца на небосводе. На какой высоте над горизонтом происходит верхняя кульминация центра противосияния 21 июня в г.Кострома ($\varphi=57^{\circ}46'$ с.ш., $\lambda=40^{\circ}56'$ в.д.)? В какое время происходит эта кульминация по местному истинному солнечному времени? Можно ли наблюдать противосияние в этот день где-нибудь в Костромской области? Атмосферную рефракцию не учитывать.

Решение:

Как известно, 21 июня – это день летнего солнцестояния. Склонение Солнца в этот день равно $\delta=+23^{\circ}27'$. Т.к. противосияние располагается в диаметрально противоположной Солнцу точке небесной сферы, то это положение соответствует области неба, в которой Солнце находится в день зимнего солнцестояния. Таким образом, 21 июня склонение центра противосияния равно $\delta=-23^{\circ}27'$.

Верхняя кульминация центра противосияния в г.Кострома в этот день происходит к югу от зенита на высоте:

$$h = 90^{\circ} - \varphi + \delta = 90^{\circ} - 57^{\circ}46' - 23^{\circ}27' = 8^{\circ}47'$$

В момент верхней кульминации противосияния Солнце располагается в нижней кульминации, когда местное истинное солнечное время, соответственно, равно 24^h или 0^h .

21 июня в Костромской области и даже заметно южнее ее в течение всей ночи господствуют сплошные сумерки, а небо все время остается достаточно светлым. В итоге увидеть противосияние в это время у нас никак не получится.

2. «Нейтринный блеск» Солнца

Каждую секунду в недрах Солнца, в результате происходящих там реакций термоядерного синтеза, образуется порядка $1,8 \cdot 10^{38}$ нейтрино, которые практически беспрепятственно покидают пределы нашей звезды и уносятся в окружающее космическое пространство. Оцените, какое количество нейтрино ежесекундно пролетает через квадратный метр земной поверхности, ориентированной в данный момент перпендикулярно направлению на Солнце. Радиус орбиты Земли принять равным 150 млн. км.

Решение:

Нейтрино, как и электромагнитное излучение, испускается Солнцем изотропно, т.е. равномерно во всех направлениях. Соответственно, то количество этих частиц, которое испускается нашей звездой за одну секунду, можно мысленно равномерно распределить по площади сферы, радиус которой равен радиусу земной орбиты.

Тогда искомая величина составит:

$$E_{\text{нейтрино}} = \frac{N_{\text{нейтрино}}}{4\pi R^2} = \frac{1,8 \cdot 10^{38}}{4\pi (1,5 \cdot 10^{11})^2} \sim 6 \cdot 10^{14} \text{ нейтрино}/(\text{м}^2 \cdot \text{сек})$$

3. Средняя глубина Мирового океана

Масса Мирового океана Земли составляет порядка $1,4 \cdot 10^{21}$ кг, а его средняя плотность 1024 кг/м^3 . При этом Мировой океан покрывает около 70% земной поверхности. Исходя из этих данных, оцените среднюю глубину Мирового океана Земли.

Решение:

Площадь земной поверхности, занимаемая Мировым океаном, составляет:

$$S = 4\pi R^2 k$$

где R – радиус Земли, а k – коэффициент, показывающий, какую долю поверхности Земли покрывает собой океан, и составляющий по условию задачи 0,7.

Очевидно, что объем Мирового океана можно определить следующим образом:

$$V = \frac{m}{\rho} = Sh$$

где m – масса Мирового океана, ρ – его средняя плотность, а h – средняя глубина Мирового океана, которую и требуется найти. Здесь в последнем равенстве принимается, что толщина водной оболочки Земли намного меньше размера нашей планеты.

Выразив h из последнего выражения и подставив имеющиеся численные данные, получим:

$$h = \frac{m}{S\rho} = \frac{m}{4\pi R^2 k\rho} \approx 3,8 \text{ км}$$

4. Солнце в зените и надире

Весеннее равноденствие 2021г. произошло 20 марта в 09:37 по всемирному времени. На каких географических широтах Солнце в этот момент было в зените и надире.

Решение:

Т.к. в момент равноденствия центр Солнца оказывается в плоскости земного экватора, то очевидно, что широты искомых пунктов равны нулю, т.е. они располагаются на экваторе нашей планеты.

5. Температуры планет

Температуры на поверхности Венеры достигает $+460^\circ\text{C}$, а средняя температура вблизи поверхности Земли составляет $+15^\circ\text{C}$. Во сколько раз температура венерианской поверхности больше средней температуры земной поверхности?

Решение:

В условии задачи обе температуры даны по шкале Цельсия, которая является относительной, и поэтому если просто сразу поделить одно значение на другое, получив тем самым $+460^\circ\text{C}/+15^\circ\text{C}=30,6$ раз, то это будет неверным ответом. Для сравнения нам сначала необходимо перевести рассматриваемые температуры в абсолютную шкалу Кельвина и уже после этого выполнять деление.

Таким образом, имеем: $(460+273) / (15+273) = 733/288=2,5$ раза.

6. Вокруг света за 80 дней.

В романе Жюль Верна «Вокруг света за 80 дней» один состоятельный джентльмен заключил пари, что сможет обогнуть земной шар за 80 дней. Если бы это путешествие происходило вдоль линии экватора Земли, с какой средней скоростью надо было двигаться его участникам, чтобы уложиться в вышеуказанный срок? Землю считать шаром с радиусом, равным 6400 км.

Решение:

Длина пути такого путешествия будет равна длине окружности земного экватора. Эту величину необходимо поделить на отпущенный нам срок в 80 дней, после чего мы и получим среднюю скорость передвижения участников путешествия.

$$\bar{V} = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \cdot 6400 \text{ км}}{80 \cdot 24 \text{ час}} \approx 21 \text{ км/час}$$