ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ПО АСТРОНОМИИ

ВсОШ, муниципальный этап 2015/2016

10 класс

1. Скорость движения Земли вокруг своей оси на данной широте равна $2\pi R\cos\varphi / T$ = 834 км/ч. Движение поезда на запад фактически замедляет эту скорость до 834 км/час – 60 км/час = 774 км/ч. Долгота дня для неподвижного наблюдателя 21 марта равна 12 часам (если пренебречь рефракцией), а для пассажира она возрастет обратно пропорционально падению скорости вращения Земли и станет равной 12,93ч = 12ч 56м.

2. Расстояние до Веги равно $D = 1/0{,}12''$ = 8,3 парсека или $1{,}7\cdot10^6$ а. е. Это расстояние в $1{,}7\cdot10^6$ а.е. раз больше, чем расстояние от Земли до Солнца (1 а. е). Солнце, находясь на таком расстоянии, выглядело бы слабее, чем с Земли в $(D/1\text{ а. е})^2 = (1{,}7\cdot10^6)^2 = 2{,}9\cdot10^{12}$ имело бы звездную величину $26{,}8^m + 2{,}5\cdot lg\,(2{,}9\cdot10^{12}) = +4.4^m$. Вега имеет видимую звездную величину 0^m. Поскольку разность в 5 звездных величин означает различие по яркости в 100 раз, различие в 4,4 звездные величины означает, что Вега светит приблизительно в 58 раз ярче Солнца. Учитывая, что яркость звезды падает обратно пропорционально квадрату расстояния, получаем, что точка наблюдения находится на расстоянии 0,97 пк по направлению к Веге или 1,26 пк по направлению от Веги.

3. Кинетическая энергия снаряда зависит только от энергии заряда и соотношения масс пушки (M) и снаряда (m). Если масса пушки велика, то снаряд уносит с собой всю энергию выстрела (E): $M\vec{V} + m\vec{v} = 0$ – закон сохранения импульса. $\frac{MV^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = E$ – закон сохранения энергии. откуда $V^2 = 2E/(M+m)$, поэтому скорость вылета снаряда не зависит от того, на каком небесном теле произведен выстрел. А вот дальность его полета – зависит. Пусть α – угол наклона ствола пушки к горизонту. Тогда дальность полета $L = \frac{2V_o^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$. Как видим, при одинаковых α и v дальность полета обратно пропорциональна значению g. Например, на Луне та же пушка выстрелит в 6 раз дальше, чем на Земле (а с учетом сопротивления воздуха – еще дальше!).

4. Полная энергия, излучаемая Солнцем в секунду (светимость) $L=4\cdot10^{26}$ Вт. Излучение уносит массу (за одну секунду), равную: $M=L/c^2=4{,}4\cdot10^9$ кг, где c – скорость света. Таким образом, за сутки Солнце теряет: 60 с$\cdot$60 мин$\cdot$24 ч$\cdot4{,}4\cdot10^9$ кг/с$=3{,}8\cdot10^{14}$ кг, или $3{,}8\cdot10^{14}$ кг$/2\cdot10^{30}$ кг $\approx10^{-16}$ часть своей массы.

5. Явление «большой» Луны объясняется совпадением нескольких факторов. Во-первых, видимое полушарие Луны должно быть полностью освещено Солнцем, т.е. Луна должна быть в фазе полнолуния. Во-вторых, нужно, чтобы Луна в момент полнолуния находилась в ближайшей к Земле точке своей орбиты – перигее. Кроме того, известно, что Луна, находящаяся низко над горизонтом и наблюдаемая на фоне земных предметов (домов, деревьев), кажется больше, чем когда она поднимется выше (оптическая иллюзия Понцо, названная так в честь Марио Понцо, попытавшегося объяснить ее в 1913 году). В действительности же угловые размеры Луны остаются одинаковыми (в этом можно убедиться, если на протяжении ночи смотреть на Луну на фоне монетки: соотношение размеров Луны и монетки будет одинаковым при любых положениях Луны). Так как указанное в задаче явление происходило, когда Луна была низко над горизонтом, то этот эффект также оказал влияние на восприятие ее размера. Теперь посчитаем, на сколько в действительности Луна была больше «обычной». За видимый угловой диаметр «обычной» Луны возьмем величину $d_{ср}=31'05''$ – угловой диаметр Луны на среднем расстоянии от Земли R=384 400 км. Величину $d_{\text{ср}}$ можно вспомнить или вычислить, вспомнив линейный диаметр Луны D=3476 км: $d_{cp} = \dfrac{206265'' \cdot D}{R} = 1865'' = 31'05''$. Тогда угловой диаметр «большой» Луны был больше «обычной» Луны на 33′33″–31′05″=2′28″. Так как считается, что разрешающая способность глаза составляет 2′, то, казалось бы, различить невооруженным глазом увеличение размера Луны невозможно. Посчитаем, во сколько раз увеличилась видимая площадь Луны: $\dfrac{S}{S_{cp}} = \dfrac{d^2}{d_{cp}^2} = \dfrac{(33'33'')^2}{(31'05'')^2} = \dfrac{(2013'')^2}{(1865'')^2} = 1{,}17$ раза, что тоже не так уж много. Поэтому значительную роль в «увеличении» Луны сыграл эффект Понцо, особенно во время ее восхода.

6. Казалось бы, под действием сопротивления воздуха скорость аппарата должна уменьшаться, как это происходит, например, с любым автомобилем, который катится по инерции. Но у спутника, в отличие от автомобиля, нет твердой опоры. Теряя энергию за счет сопротивления воздуха, он не может сохранить высоту полета и начинает приближаться к Земле. При этом за счет ее притяжения он разгоняется и увеличивает свою скорость. В космонавтике это явление называется аэродинамическим парадоксом.