

Короткие задачи

1. Укажите примерно даты, когда в норвежском городе Тромсё бывают а) полярные ночи; б) полярные дни; в) белые ночи. Белой называется ночь, если Солнце опускается под горизонт, но не глубже чем до -6° высоты (т.е. всю ночь продолжаются гражданские сумерки). Атмосферными эффектами и угловыми размерами Солнца пренебречь.
2. Турист, гуляя по центру старинного европейского города 1 ноября, обнаружил на площади солнечные часы. И удивился: на его точно заведенных часах было ровно 14.00, а солнечные часы показывали 14.15. Подумайте, в чем причина этого расхождения и ответьте на вопрос: который час будут показывать солнечные часы, если турист вернется сюда в 14.00 1 июля? Определите долготу этого города. Указание: город находился в 1-м часовом поясе.
3. Комета движется по практически параболической орбите и проходит на рекордно близком расстоянии от Марса – 140 000 км. Может ли она стать спутником Красной Планеты? Ответ подкрепите расчетами. Отметим, что описанная ситуация действительно имела место 19 октября 2014 года с кометой C/2013 A1 (Макнота).
4. Космический аппарат обращается по вытянутой орбите с большой полуосью 50 000 км и с высотой в перигее 300 км. При прохождении перигея скорость аппарата уменьшается на 1 м/с из-за торможения в атмосфере (считайте, что это изменение происходит мгновенно). На сколько при этом изменяется апогейное расстояние? Как будет эволюционировать форма такой орбиты?
5. Знаменитая «летящая» звезда Барнarda в созвездии Змееносца за год смещается относительно далеких звезд на $10.13''$. Это слабая красная звездочка с видимой величиной 9.57^m . Расстояние до нее составляет 1.83 пк, а ее лучевая скорость равна 111 км/с (звезда движется к нам). Рассчитайте приблизительно, в каком году звезда подойдет к Земле на наименьшее расстояние. Можно ли будет тогда наблюдать ее невооруженным глазом?



*Солнечные часы XVIII века в Ищелно
(Щучинский район, Беларусь)*



*Комета над Марсом
(иллюстрация художника)*

Длинная задача

6. Планета радиусом R , которая быстро обращается вокруг своей оси, имеет альбедо поверхности A и обращается вокруг звезды со светимостью L . Радиус орбиты планеты составляет a . Полагая, что в состоянии равновесия планета переизлучает всю поглощенную энергию, как абсолютно черное тело, определите:
 - a. Чему равен полный поток излучения, который попадает от звезды на поверхность планеты?
 - b. Сколько энергии планета отражает и рассеивает в единицу времени?
 - c. Сколько энергии планета поглощает в единицу времени?
 - d. Чему равна средняя чернотельная температура поверхности планеты?
 - e. Если допустить, что одно полушарие планеты всегда повернуто к звезде, какова будет средняя температура этого полушария?
 - f. Используя справочные данные, определите среднюю температуру обращенного к Солнцу полушария Луны, считая, что Луна всегда обращена к Солнцу одной стороной (поскольку она вращается очень медленно). Орбиту Земли считайте круговой.

Справочные данные

| | |
|-----------------------------------|---|
| Широта Тромсё | 69°39' с.ш. |
| Угол наклона эклиптики к экватору | 23°27' |
| Постоянная всемирного тяготения | $6.67 \cdot 10^{-11} (\text{Н} \cdot \text{м}^2) / \text{кг}^2$ |
| Масса Солнца | $1.99 \cdot 10^{30}$ кг |
| Большая полуось земной орбиты | $1.496 \cdot 10^{11}$ м |
| Большая полуось орбиты Марса | 1.524 а.е. |
| Масса Марса | $6.42 \cdot 10^{23}$ кг |
| Масса Земли | $5.97 \cdot 10^{24}$ кг |
| Экваториальный радиус Земли | 6378 км |
| Светимость Солнца | $3.85 \cdot 10^{26}$ Вт |
| Альbedo лунной поверхности | 6.7% |
| Постоянная Стефана-Больцмана | $5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ |
| 1 парsec | $1 \text{ парsec} = 3.09 \cdot 10^{16}$ м |

Склонение Солнца на любую дату можно приблизительно рассчитать по формуле

$$\sin \delta_{\odot} = \sin \varepsilon \sin \left(\frac{360^\circ}{365d} t \right),$$

где ε – угол наклона эклиптики к экватору, а t – количество дней, прошедших с момента весеннего равноденствия.

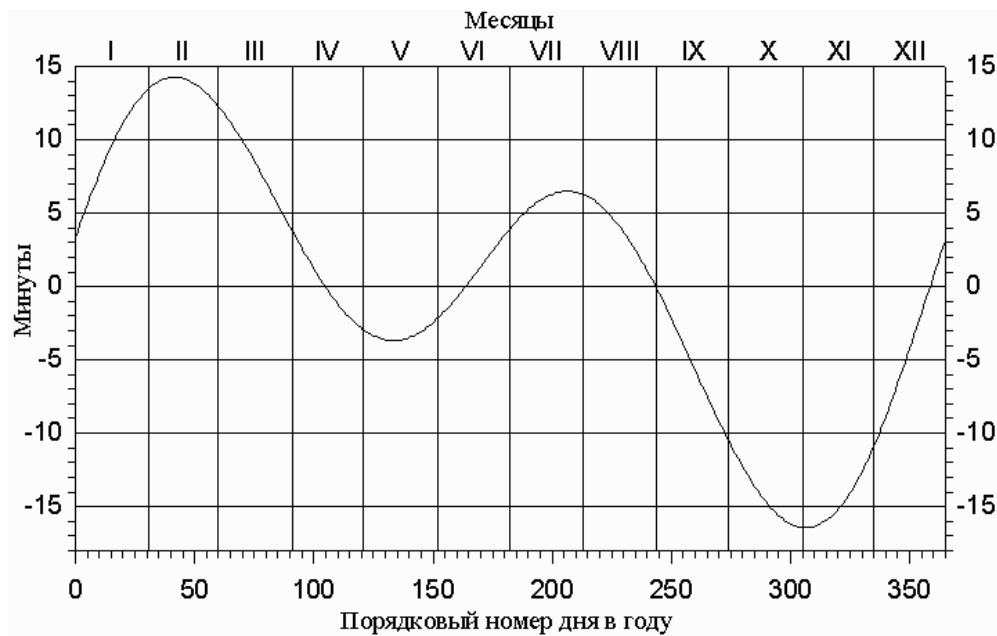


График уравнения времени $\eta = T_{\text{cp}} - T_{\odot}$