

## Короткие задачи

- 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  $-6^\circ$  высоты (т.е. всю ночь продолжаются гражданские сумерки). Атмосферными эффектами и угловыми размерами Солнца пренебречь.
- 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.
- 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).
- 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?
- Знаменитая «летящая» звезда Барнарда 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

- 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:
  - Чему равен полный поток излучения, который попадает от звезды на поверхность планеты?
  - Сколько энергии планета отражает и рассеивает в единицу времени?
  - Сколько энергии планета поглощает в единицу времени?
  - Чему равна средняя чернотельная температура поверхности планеты?
  - Если допустить, что одно полушарие планеты всегда повернуто к звезде, какова будет средняя температура этого полушария?
  - 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 парсек	1 пк = $3.09 \cdot 10^{16}$ 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  $\varepsilon$  – угол наклона эклиптики к экватору, а  $t$  – количество дней, прошедших с момента весеннего равноденствия.

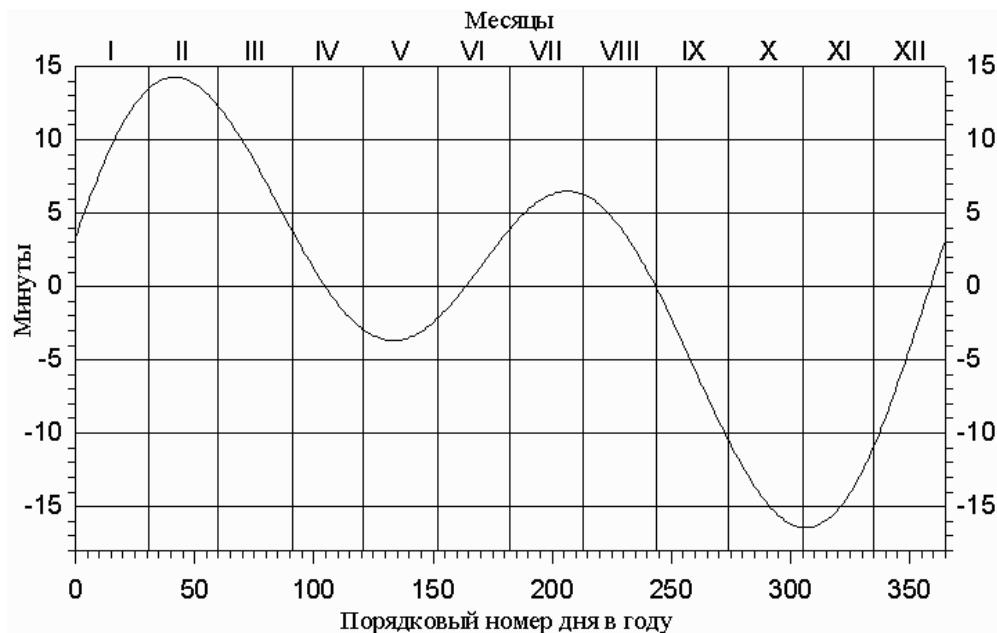


График уравнения времени  $\eta = T_{\text{cp}} - T_{\odot}$