Задача 4. XVIII век. Полдень

В истории науки в разное время использовались разные системы мер. Эта задача – использовать исторические (ныне устаревшие) единицы измерений.

4.1. Вычислите мощность солнечной энергии, падавшей в конце XVIII века на единицу территории окрестностей местечка Дубингай в полуденное время: зимой, весной, осенью и летом. Ответ необходимо дать в «новых» физических единицах, которые тогда вводились в действие на этой территории: лошадиных силах на квадратную версту.

4.2. Оцените также, какова была в то время мощность солнечной энергии, падавшей на одну местную лошадь. Ответ тоже необходимо выразить в физических единицах, которые тогда вводились в действие. Чему можно удивиться, получив правильный ответ?

Задача 5. XXI век. Полдень

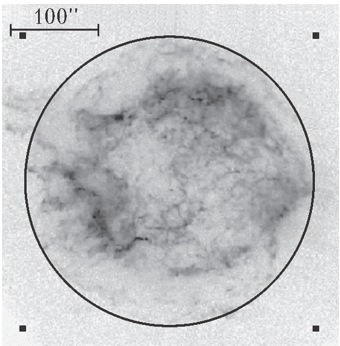
Как известно, Литовская Республика использует исчисление времени UT+02 зимой и UT+03 летом.

5.1. Есть ли в Литве такие пункты, в которых сегодня (8 сентября 2013 года) Солнце будет находиться точно на юге в тот момент, когда часы жителей этого пункта покажут 12:00 («да» или «нет»)?

5.2. А вообще, в другие дни года, найдутся ли такие пункты («да» или «нет»)? Если «да», то вычислите, в какие даты, если «нет», то обоснуйте это с помощью вычислений.

Задача 6. Остаток вспышки сверхновой

С помощью космического телескопа «Чандра» было получено рентгеновское изображение остатка вспышки сверхновой SNR в Cas A, расположенной от нас на расстоянии d = 3400 пк. Негатив этого снимка представлен на рисунке. Кругом помечены границы области SNR. В верхнем левом углу рисунка – масштаб. Точка, расположенная вблизи центра круга, – нейтронная звезда (ядро взорвавшейся звезды). Прямоугольные значки вне круга – реперные точки для построения центра круга. Предположим, что энергия, выделившаяся при взрыве сверхновой, была порядка $E \approx 10^{46}$ Дж и что 1% этой энергии движет расширяющуюся материю. Средняя плотность вещества в SNR порядка $\rho \approx 10^{-21}$ кг/м^3.



6.1. Оцените возраст SNR Cas A.

6.2. Рассчитайте среднюю скорость движения нейтронной звезды от центра SNR.

Группа β

Задача 1. Радиоастрон

Радиоастрон – это международный научный проект, возглавляемый Астрокосмическим центром Российской академии наук. 18 июля 2011 года на эллиптическую орбиту вокруг Земли был выведен спутник «Спектр-Р» с 10-метровым (в диаметре) космическим радиотелескопом. Вместе с наземными радиотелескопами «Спектр-Р» работает как интерферометр. Радиоастрон работает на стандартных радиоастрономических длинах волн 1,19–1,63 см (K-диапазон), 6,2 см (C-диапазон), 18 см (L-диапазон) и 92 см (P-диапазон). В настоящее время «Спектр-Р» обращается по сильно вытянутой эллиптической орбите с периодом τ = 8,3 суток и высотой перигея h = 600 км от поверхности Земли.

1.1. Оцените максимальную разрешающую способность (угловое разрешение в угловых секундах) Радиоастрона. С помощью схематического рисунка объясните, в какой ситуации это реализуется.

1.2. Оцените разрешающую способность Радиоастрона при наблюдениях объектов, расположенных по направлению большой оси орбиты «Спектра-Р»; решение также сопроводите рисунком.

Задача 2. См. задачу 2 (условие и вопрос **2.1.**) для группы α.

2.2. Предположим, что на планете Глизе 581 g есть разумная жизнь. Цивилизация пользуется радиоволнами. Можно ли с помощью наблюдений на Радиоастроне определить размер (диаметр) планеты («да» или «нет»)? Ответ обоснуйте с помощью вычислений.

Задача 3. См. задачу 3 (условие и вопросы **3.1.** и **3.2.**) для группы α.

3.3. Оцените угловой диаметр звезды Глизе 581 при наблюдениях с планеты Глизе 581 g.

4-6. См. задачи 4–6 для группы α.

Публикацию подготовил М.Гаврилов

Когда помогают графики

(Начало см. на с. 47)

жесткостью k – и не зависит от состояния его движения:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\,.$$

Поэтому секундный пружинный маятник совершит 10 колебаний за время работы двигателя и 110 колебаний – за все время полета.

Период колебаний математического маятника в неподвижной ракете равен

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\,,$$

а при работающем двигателе –

$$T^* = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g+a}}\,.$$

Из двух последних равенств находим

$$T^* = T\sqrt{\frac{g}{g+a}} = T\sqrt{\frac{1}{11}}\,.$$

Следовательно, за время работы двигателя математический маятник совершит

$$N = \frac{t_0}{T^*} = \frac{t_0\sqrt{11}}{T} \approx 33 \text{ колебания.}$$

После выключения двигателя ракеты математический маятник окажется в невесомости, и его колебания прекратятся.