

11 класс

Задача 1

21 марта через час после захода Солнца наблюдается звезда с экваториальными координатами: прямое восхождение $\alpha = 7^{\text{h}} 00^{\text{m}}$, склонение $\delta = 50^{\circ} 00'$. Географическая широта наблюдателя $\varphi = 40^{\circ} 00'$. Оцените горизонтальные координаты (азимут и высоту) звезды в данный момент.

Решение

На момент времени, указанный в задаче, Солнце находится в точке весеннего равноденствия и поэтому часовой угол этой точки, равный звездному времени S , составит $7^{\text{h}} 00^{\text{m}}$. Учитывая связь звездного времени с часовым углом звезды t , даваемую выражением $S = \alpha + t$ получим, что часовой угол звезды $t = 0^{\text{h}} 00^{\text{m}}$. Это значение соответствует верхней кульминации звезды. Так как склонение звезды превышает широту местности, то верхняя кульминация происходит к северу от зенита и азимут равен $A = 180^{\circ}$. Для случая данной кульминации высота $h_{\text{вк}}$ равна $h_{\text{вк}} = 90^{\circ} - \delta + \varphi$, откуда получаем высоту звезды $h = 80^{\circ}$.

Задача 2

Получите формулу, связывающую момент поясного времени с моментом истинного солнечного времени.

Решение

Обозначим момент по среднему солнечному поясному времени как $T_{\text{п}}$, а по истинному солнечному времени – T_{\odot} . В основе поясного времени лежит среднее солнечное время $T_{\text{м}}$, связанное с T_{\odot} выражением: $T_{\text{м}} = T_{\odot} + \eta$, где η – уравнение времени. Местное среднее время связано с всемирным временем T_0 как $T_{\text{м}} = T_0 + \lambda$, где λ – долгота пункта, выраженная в часовой мере угла. Поясное время связано с всемирным соотношением $T_{\text{п}} = T_0 + n$, где n – номер часового пояса, для которого выполняется расчет. Исключая из этих соотношений $T_{\text{м}}$ и T_0 получим искомую формулу: $T_{\text{п}} = T_{\odot} + \eta - \lambda + n$.

Задача 3

Один прадедушка школьника родился в Москве 10 января 1900 года, а другой – в Санкт-Петербурге 10 апреля 1900 года. В какие даты он должен был отмечать их дни рождения в этом году?

Решение

В указанные дни Москва, Санкт-Петербург и Россия жили по юлианскому календарю. До 1 марта 1900 года разность дат григорианского и юлианского календарей составляла 12, а начиная с 1 марта, стала равной 13. В этом году

школьник должен отмечать день рождения первого прадедушки 22 января, а второго – 23 апреля.

Задача 4

Какой диаметр должна была бы иметь параболическая антенна радиотелескопа, работающего на длине волны 0,1 м, для достижения того же углового разрешения, что и телескоп Галилея с диаметром объектива 0,06 м?

Решение

Теоретическое разрешение телескопов ограничено явлением дифракции. Это разрешение прямо пропорционально длине волны и обратно пропорционально диаметру телескопа. Для телескопа Галилея можно принять, что длина волны соответствует максимуму чувствительности глаза и равна 0,55 мкм. Тогда диаметр антенны будет равен диаметру телескопа Галилея, умноженному на отношение длин волн, и составит приблизительно 11 км.

Задача 5

Известно, что период обращения планеты определяется большой полуосью ее орбиты и не зависит от степени сжатия орбитального эллипса. Используя эту особенность, оцените время падения Земли на Солнце, которое произошло бы при остановке движения нашей планеты.

Решение

В соответствии с третьим законом Кеплера квадрат периода обращения планеты (в звездных годах) равен кубу большой полуоси орбиты (в астрономических единицах). Падение Земли на Солнце можно рассматривать как движение по сильно сжатому эллипсу, в фокусе которого находится Солнце. Для сильно сжатого эллипса фокусы близки к концам большой полуоси, поэтому длина большой полуоси такого эллипса равна половине астрономической единицы. Для того, чтобы упасть на Солнце, Земле нужно будет переместиться в противоположную текущему положению точку эллипса. В силу симметрии движения по эллипсу необходимое для этого время t будет равно половине периода обращения. Таким образом, из равенства $(2t)^2 = (1/2)^3$ следует

$$t = \frac{1}{4\sqrt{2}} \text{года} = 64.6 \text{сут.}$$

Задача 6

Как следует из общей теории относительности, коэффициент усиления потока излучения космической гравитационной линзой быстро уменьшается с увеличением ее углового расстояния до линзируемого источника и не зависит от длины волны. Тем не менее, при наблюдении прохождения звезды типа Солнца вблизи от гравитационной линзы в максимуме блеска было обнаружено покраснение звезды. Как можно объяснить этот эффект?

Решение

Известно явление потемнения диска Солнца к краю, причем степень потемнения зависит от длины волны – в красной области спектра потемнение существенно меньше, чем в синей. Коэффициент усиления потока гравитационной линзой не зависит от длины волны, но его быстрое уменьшение приводит к тому, что излучение от краевой области диска усиливается сильнее. Поэтому в максимуме блеска при минимальном угловом расстоянии от линзы начинает наблюдаться покраснение света звезды.

Комплект заданий подготовлен М.Б. Богдановым

Рекомендации по оцениванию заданий

Максимальная оценка за выполнение каждого задания составляет 8 баллов. Не менее 4-5 баллов выставляется за правильное понимание участником сути вопроса и правильный выбор пути решения. Оставшиеся баллы выставляются за правильность расчетов, аккуратную и полную подачу ответа.