

76-Я МОСКОВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

2022 г.

11 КЛАСС

Задача 1

Несомненно, вы видели радугу хотя бы раз в жизни: обычно она представляет собой часть широкой окружности. Замечено, что в Москве, как и в большинстве мест в России центр радуги наблюдается чаще на востоке или юго-востоке, тогда как на северо-востоке бывает очень редко. Объясните, почему так происходит? Почему на экваторе в полдень радугу наблюдать нельзя? Что можно сделать, чтобы так увидеть её в полдень на экваторе?

Задача 2

От двух звезд спектрального класса $B0V$ и $M3V$ в видимом диапазоне приходит одинаковое количество энергии. Звезды наблюдаются с фотометром, работающем в режиме счета фотонов, имеющем во всем видимом диапазоне одинаковый квантовый выход, равный 70%. От какой звезды будет зафиксирован больший сигнал? Поглощением света в атмосфере пренебречь.

Задача 3

Межзвёздный астероид приближается к звезде так, что если бы не притяжение звезды, он пролетел бы мимо неё на расстоянии 2 а.е. После пролёта астероид отклонился от своего начального пути на 60° . На каком минимальном расстоянии от звезды он пролетел?

Задача 4

Предположим, что изначально Солнце на 74% состояло из водорода и на 25% из гелия. Светимость Солнца равна 3.83×10^{26} Вт. Считая, что термоядерные реакции идут по всему объему ядра равномерно, а само ядро содержит 34% массы Солнца, определите текущие массовые доли водорода и гелия в ядре. При образовании одного атома ${}^4\text{He}$ выделяется 26.2 МэВ. Возраст Солнца 4.5 млрд. лет.

Задача 5

Протоны космических лучей при столкновении с атомами земной атмосферы на высоте $h = 5$ км рождают мюоны (элементарные частицы с временем жизни $\tau = 2 \times 10^{-6}$ с в собственной системе отсчета), которые регистрируются детекторами на поверхности Земли. Пусть все родившиеся мюоны летят вертикально вниз. Определить скорость мюонов, если их концентрация на поверхности Земли в 4 раза меньше, чем в месте их рождения. Поглощение мюонов в атмосфере не учитывать.

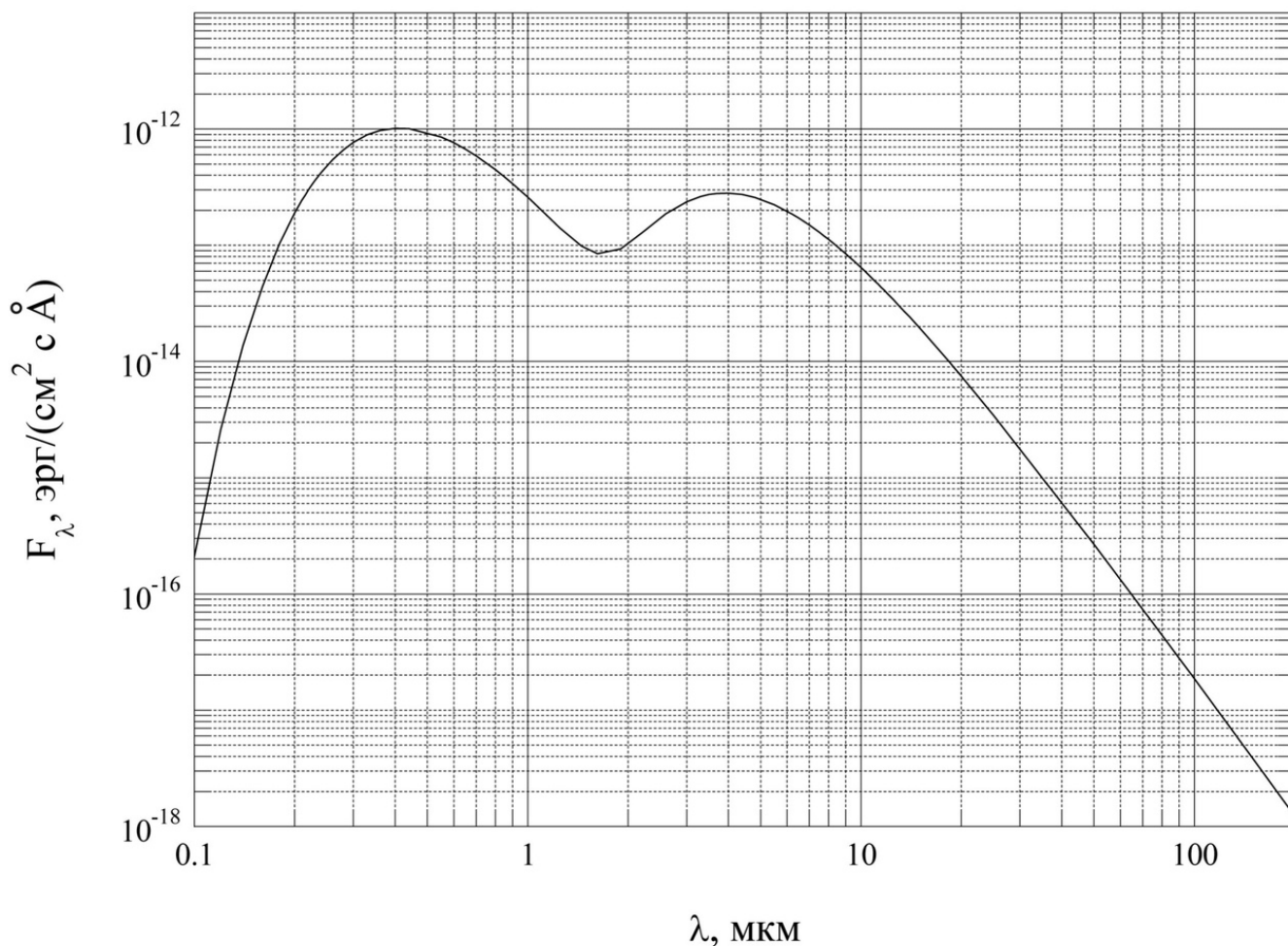
Задача 6

Один астроном после покупки бинокля заметил, что многие люди с плохим зрением не могут сфокусировать этот бинокль на бесконечность из-за ограниченного диапазона фокусировки. Чтобы это исправить, он решился на полную переделку узла фокусировки бинокля. Рассчитайте необходимый диапазон хода фокусировки (максимальное расстояние на которое может перемещаться окуляр), чтобы в этот бинокль могли без проблем наблюдать без очков люди как с близорукостью, так и с дальнозоркостью с очками не менее чем ± 10 диоптрий. Помните, что бинокль нужен для наблюдения не только бесконечно удаленных объектов! Можно считать что этот бинокль построен по схеме Кеплера из тонких линз. Необходимые для решения задачи данные можно найти в следующей таблице.

Фокусное расстояние объектива бинокля	200 мм
Диаметр объектива бинокля	50 мм
Увеличение бинокля	10х
Минимальная необходимая дистанция фокусировки бинокля	5 м
Стандартное расстояние от глаза до линзы очков	2 см
Минимальная дистанция фокусировки здорового глаза	10 см

Задача 7

На графике представлено распределение энергии в спектре одной из звезд, окружённой пылевой оболочкой. Известно, что оболочка состоит из чернотельных пылинок, она сферически симметричная и геометрически тонкая (т.е. её толщиной можно пренебречь по сравнению с радиусом). Параллакс звезды $0.002''$. Определите радиус центральной звезды, если известно, что её эффективная температура 7000 К . Чему равна температура пылинок и оптическая толщина пылевой оболочки в видимом диапазоне длин волн? $1\text{ эрг} = 10^{-7}\text{ Дж}$. $1\text{ \AA} = 10^{-10}\text{ м}$.

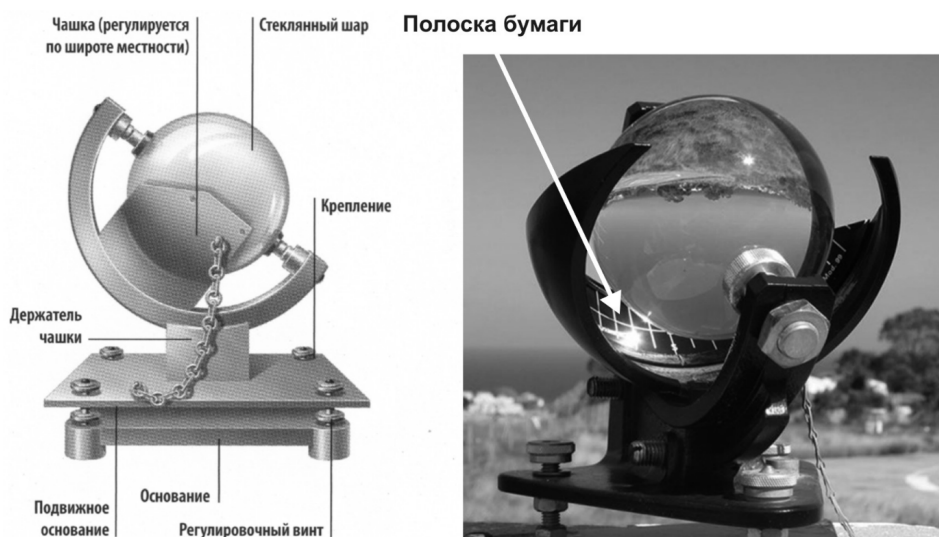


Задача 8

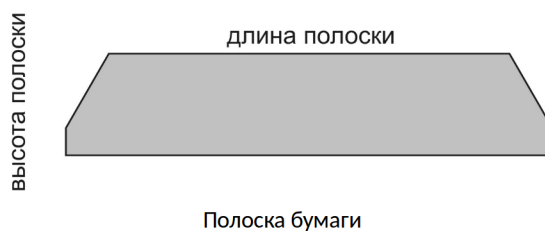
Гелиограф — один из метеорологических приборов. Он предназначен для регистрации количества времени в сутках, которое Солнце не закрыто облаками. Конструкция гелиографа приведена на рисунке и фотографии. На особой неподвижной монтировке, ось которой направлена на полюс Мира, закреплен стеклянный шар. На вогнутом экране (его называют «чашка») за шаром располагается тёмная полоска бумаги (её размеры в нашем конкретном случае всегда одинаковые). Солнечное излучение, пройдя через шар, попадает на эту полоску и прожигает её. По длине прожженной части определяется время, которое в этот день прямой солнечный свет доходил до прибора.

а) Зная, что расстояние от центра шара до экрана равно 200 мм и считая, что прибор устанавливается на местности на много лет, определите минимальную высоту полосок бумаги, которые надо заготовить для приборов, установленных на широте 55° и на широте 30° . Искривлением прожжённых суточных следов на бумаге пренебречь.

б) Как видно из схемы и фото прибора, «чашка» и полоска имеет форму, близкую к трапеции с зауженной верхней частью. Объясните, чем это может быть вызвано?

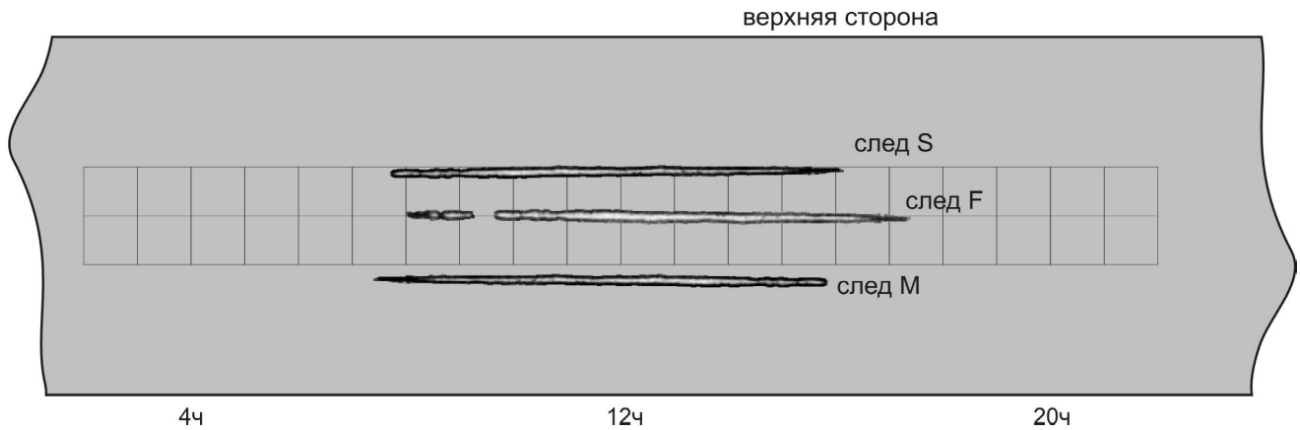


Примечание: конкретный вид прибора не играет роли при решения задачи.



76-я Московская астрономическая олимпиада (2022 г.) 11 класс

На рисунке представлен оборванный по краям фрагмент записи с описанного выше гелиографа. Из экономии одну и ту же бумажную полосу использовали три раза в течение 2015 года. При этом известно, что первым был зарегистрирован «след М».



1. В какой последовательности были зарегистрированы следы S, F, M?
2. Определите, сколько процентов дневного времени было ясно в дату, когда был получен «след F».
3. Сколько времени прошло между датами, в которые были получены «след M» и «след S»?