

нии 120 световых лет от нас, земные астрономы обнаружили звезду, по всем параметрам аналогичную Солнцу. Цивилизация «зеленых человечков», живущая на одной из планет, обращающейся вокруг той звезды, также заинтересовалась нашим Солнцем. Измерения параллакса нашего Солнца, произведенные астрономами той цивилизации (согласно их классическим правилам измерения параллакса), дали результат  $0,039''$ . Найдите продолжительность года у «зеленых человечков».

3. Найдите звездную величину Луны в новолуние (когда есть только пепельный свет). Видимые с Земли звездные величины Солнца и Луны в полнолуние равны  $-26,8^m$  и  $-12,7^m$  соответственно.

4. Оцените массу венерианской атмосферы.

5–6. См. задачи 5–6 для 9 класса.

#### 11 класс

1. См. задачу 1 для 8–10 классов.

2–3. См. задачи 2–3 для 10 класса.

4. Для того чтобы измерить годичный параллакс ядра нашей Галактики, предложено построить радиоинтерферометр с далеко отстоящими антеннами и наблюдать «точечный» радиоисточник в ядре. Каким примерно должно быть расстояние  $D$  между антеннами, если предполагается вести наблюдения на длине волны  $\lambda \approx 1$  см?

5. Обнаружена затменно-двойная звезда. Размер второй звезды пренебрежимо мал по сравнению с размером первой. Известно, что большие оси орбит звезд лежат на луче зрения. Продолжительность затмения второго компонента первым и прохождении второго компонента по диску первого равны, соответственно,  $T_1 = 8,7$  часа и  $T_2 = 11,3$  часа при периоде обращения  $T = 17$  суток. Оцените эксцентриситет орбит звезд.

6. Две звезды имеют одинаковые массы, одинаковые плотности и одинаковые давления в центре. Однако у одной из звезд ядро состоит из нормальной смеси ионизованных водорода и гелия (количество атомов гелия примерно в 10 раз меньше, чем атомов водорода), а у второй – целиком из полностью ионизованного углерода. Если температура в ядре первой звезды составляет  $2 \cdot 10^7$  К, то чему она равна в ядре второй звезды? Газы считать идеальными. Числа протонов в ядрах атомов: Н – 1, He – 2, C – 6. Атомные массы ядер атомов:  $A_H = 1$ ,  $A_{He} = 4$ ,  $A_C = 12$ .

## Творческо-практический тур

### 8–9 классы

7. Вам предстоит провести экскурсию по звездному небу без телескопа и биноклей. Основная ваша задача – дать небесные ориентиры, определяющие наше место во Вселенной. Наметьте подходящее время экскурсии. Пометьте на карте центр Галактики, направления вдоль ее рукавов, отдельные звездные и пылевые облака, очертания Местной системы, видимые простым глазом галактики и т.д. Объясните смысл использованных вами значков. Желательны комментарии.

8. Предполагается, что на расстоянии около 60 а.е. от Солнца появилась новая планета, обращающаяся по круговой орбите в плоскости, отличающейся от эклиптики не более чем на  $10^\circ$ . Видимая с Земли звездная величина этой планеты составляет  $18^m$ . Планету планируется обнаружить с помощью 1-метрового телескопа с регистрирующей системой. Рабочее поле телескопа  $20 \times 20'$ , а регистрирующая система (например, фотолампочка) может зафиксировать объект  $17^m$  (на темном небе) при минимальной экспозиции 10 минут.

Разработайте программу работы (наблюдений, обработки данных и т.п.) для обнаружения этой планеты. Сколько времени потребуется, чтобы заведомо зарегистрировать этот объект? Опишите все необходимые условия для проведения наблюдений (регистрации) наиболее оптимальным образом. Каких конфигураций (положений планет, небесных тел) следует избегать? Для простоты эксперимента 1-метровый телескоп разместите в окрестностях Белгорода.

### 10–11 классы

7. **Старение фотонов** (творческая задача). Вам, должно быть, известно, что в спектрах далеких галактик наблюдается красное смещение, причем оно тем больше, чем дальше от нас расположена галактика. В настоящее время это объясняется в рамках модели расширяющейся Вселенной, согласно которой галактики удаляются от нас с относительной скоростью  $V = HR$  (где  $H = 75$  км/(с · Мпк) – постоянная Хаббла,  $R$  – расстояние до галактики), а красное

смещение – результат связанного с этой скоростью эффекта Доплера. Однако некоторое время назад была распространена гипотеза, что красное смещение в спектрах далеких галактик связано не с эффектом Доплера, а со старением фотонов. Идея этой гипотезы состоит в том, что с течением времени фотоны теряют свою энергию (т.е. их энергия уменьшается по закону  $E = E_0 e^{-t/T}$ , где  $t$  – время существования фотона, а  $T$  – некоторая константа). Таким образом, просто получается, что свет от далеких галактик идет очень долго, за это время фотоны теряют часть своей энергии, т.е. «краснеют».

Рассмотрите гипотетическую ситуацию: пусть фотоны действительно стареют, причем стареют в 1000 раз быстрее, чем это следует из наших наблюдений (т.е.  $\Delta E/\Delta t$  в 1000 раз больше, чем у нас). Какие теории эволюции Вселенной могли бы существовать в этом случае? Что бы изменилось в теории расширяющейся Вселенной? Догадались ли бы ученые, что существует именно старение фотонов? Учтите, что современные приборы, измеряющие лучевые скорости по эффекту Доплера, фиксируют эти скорости с точностью вплоть до нескольких метров в секунду (скажем, 3 м/с).

8. **Звездный ветер Р Лебеда** (практическая задача). Это задание посвящается 400-летию открытия самой знаменитой из звезд, активно теряющих вещество. 18 августа 1600 года голландский картограф и математик Виллем Блау (тот самый, что написал «Космографию», по которой учился Петр I) обнаружил в Лебеде новую звезду. В XVII веке ее блеск дважды возрастал до 3-й и падал до 6–7-й величин, но с начала XVIII века менялся мало и до сих пор остается близким к 5-й величине. В 1886 году Пикеринг привлек внимание к необычному спектру

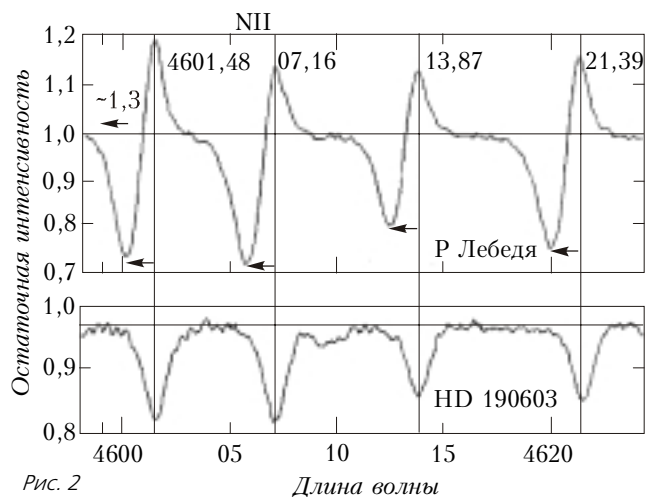


Рис. 2

Длина волны