АСТРОНОМИЯ
ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Задания
муниципального этапа
2026-2027 учебный год
11 класс

Задание 1.

Наблюдение Веги в Краснодаре

Наблюдатель находится в Краснодаре ($\varphi = 45{,}04°$ с.ш.). Звезда Вега (α =18ч 36м, $\delta = +38°47'$) в некоторый момент наблюдалась на высоте $h = 60°$ к югу от зенита. Азимут отсчитывается от точки юга к западу.

1. Определите зенитное расстояние Веги.
2. Найдите часовой угол Веги.
3. Вычислите азимут Веги.
4. Является ли Вега незаходящей звездой для Краснодара? Ответ обоснуйте.
5. Определите высоту Веги в верхней кульминации.

Задание 2.

Законы Кеплера и космический перелёт

Космический аппарат совершает перелёт с Земли на Марс по гомановской траектории. Орбиты планет считать круговыми, лежащими в одной плоскости. Радиус орбиты Земли 1 а.е., Марса 1,5 а.е. Солнце находится в центре орбит. Движение аппарата происходит в ту же сторону, что и движение планет.

1. Нарисуйте рисунок к задаче. Определите большую полуось гомановской траектории.
2. Найдите период обращения аппарата по этой траектории.
3. Определите время движения космического аппарата по гомановской траектории от орбиты Земли до орбиты Марса. Считайте, что старт происходит в момент, когда Земля находится в перигелии этой траектории, а Марс – в афелии.
4. Какой должна быть скорость аппарата относительно Земли после выхода из её сферы действия (т.е. на «бесконечности»), чтобы он вышел на данную гомановскую траекторию? Учтите, что Земля уже движется вокруг Солнца со скоростью 29,8 км/с.

Задание 3.

Телескопы

Имеются два телескопа:

Рефрактор с диаметром объектива D_1 = 100 мм и фокусным расстоянием F_1=1000 мм.

Рефлектор с диаметром объектива D_2 = 200 мм и фокусным расстоянием F_2=1200 мм.

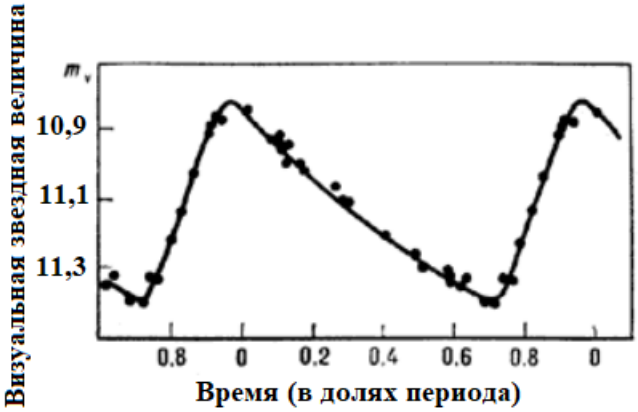
Имеются окуляры с фокусными расстояниями f =10 мм и F =25 мм. Длина волны света λ = 550 нм.

1. Определите увеличение каждого телескопа с каждым окуляром.
2. Рассчитайте разрешающую способность (дифракционный предел) каждого телескопа.
3. Оцените проницающую силу каждого телескопа по формуле m=6+5lg$D$ (где D в мм).
4. Какой телескоп с каким окуляром даст максимальное увеличение? Можно ли с его помощью разрешить двойную звезду с угловым расстоянием 0,5″? Ответ обоснуйте.

Задание 4.

Цефеида *CF* Кассиопеи

На рисунке представлена кривая блеска цефеиды *CF* Кассиопеи. По оси абсцисс отложено время в долях периода (фаза), отчитываемое от момента максимума. Период P = 4,88 суток. Ось ординат – видимая звёздная величина m_v.



1. По графику определите видимую звёздную величину в максимуме и минимуме блеска. Найдите амплитуду изменения блеска.
2. Используя зависимость «период–светимость» для цефеид M = −1,0−2,5lg$P$ (где P в сутках), найдите абсолютную звёздную величину в максимуме блеска.
3. Вычислите расстояние до цефеиды в парсеках.
4. Оцените скорость изменения блеска (в звёздных величинах за сутки) на этапе подъёма от минимума к максимуму.
5. Оцените радиус звезды в максимуме блеска. Для упрощения принять, что её эффективная температура равна 6000 К. Сравните с радиусом Солнца. Принять $M_\odot = 4{,}8^m$, $T_\odot$=6000 К.

Задание 5.

Двойные звёзды

Визуально-двойная звезда состоит из двух компонентов, обращающихся вокруг общего центра масс по круговым орбитам. Период обращения системы 50 лет. Угловой размер большой полуоси относительной орбиты (расстояние

между компонентами) составляет 2,0″. Годичный параллакс системы равен 0,05″. Отношение масс компонентов M_1:M_2 = 1:2.

1. Найдите расстояние до системы в парсеках.
2. Определите линейную большую полуось относительной орбиты в астрономических единицах.
3. Вычислите суммарную массу системы в массах Солнца.
4. Найдите массы каждого компонента.

Задание 6.

Красное смещение и закон Хаббла

В спектре галактики линия H_α с лабораторной длиной волны λ_0=656,3 нм наблюдается на длине волны λ=689,1. Постоянная Хаббла H_0=70 км/(с·Мпк).

1. Вычислите красное смещение.
2. Найдите скорость удаления галактики, используя классическую формулу v = cz.
3. Вычислите скорость удаления галактики по релятивистской формуле:

$$v = c\frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^2 + 1}.$$

Сравните с результатом пункта 2. Объясните различие.

4. Определите расстояние до галактики по закону Хаббла, используя релятивистскую скорость. (
5. Оцените возраст Вселенной в модели плоской Вселенной, заполненной только материей (пылью). В такой модели возраст $T=2/3H_0$. Сравните с возрастом, полученным по формуле $T=1/H_0$. Какой результат ближе к современным оценкам?
6. Определите, при каком красном смещении релятивистская скорость удаления галактики станет равной 0,5c. Найдите расстояние до галактики в этот момент, используя закон Хаббла с релятивистской скоростью.