|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C:\Users\guest\Desktop\рис 2 герб.jpg  **МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ,**  **НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**  Государственное бюджетное учреждение  дополнительного образования  Краснодарского края  **«Центр развития одаренности»**  350000 г. Краснодар, ул. Красная, 76  тел. (861) 259-79-40  е-mail: [cro.krd@mail.ru](mailto:cro.krd@mail.ru) |  | **Всероссийская олимпиада школьников**  **по астрономии**  **2018-2019 учебный год**  **Муниципальный этап**  **11 класс, ответы**  **Председатель предметно-методической комиссии: Тумаев Е.Н., д.ф.-м.н., доцент** | |
| **Задача 1.**  Некоторая звезда удаляется от наблюдателя на Земле по лучу его зрения, т.е. не меняя свое положение на небосклоне. Вначале, находясь на расстоянии 2 пк, она имела звездную величину 10m, а через 20 лет звездную величину 12m. Определить скорость, с которой удаляется звезда от Земли, считая ее постоянной. | | |
| Решение задачи 1.  Обозначим через l1 расстояние, на котором вначале находилась звезда от наблюдателя, и l2 – расстояние, которое она имела через t=20 лет. Отношение этих расстояний находим из ее звездной величины в начале и конце наблюдений.  Согласно формуле Погсона, отношение блеска звезды в конце и начале наблюдения равно    С другой стороны, для наблюдателя по лучу зрения интенсивность блеска падает обратно пропорционально квадрату расстояния. Следовательно, отношение расстояний до звезды в начале и конце наблюдений равно:    Из найденного отношения расстояний находим l2=2,512\*l1 =5,023 пк,  Итак, за время наблюдения звезда прошла путь S= l2-l1=3,023 пк = 3,023\*3,086\*1016 м=9,33\*1016м  Разделив этот путь на время наблюдений t = 20 лет = 6,3\*108 c, получаем:  v=S/t=9,33\*1016/6,3\*108=1,48\*108м/с  Ответ: 1,48\*108м/с | | |
| **Рекомендуемая оценка задачи 1.**  Запись формулы Погсона для отношения интенсивностей - 2 балла.  Нахождение из нее отношения расстояний– 2 балла.  Нахождение расстояния до звезды в конце наблюдения– 2 балла.  Вычисление скорости движения звезды – 2 балла.  Итого 8 баллов. | | |

|  |
| --- |
| **Задача 2.**  По отношению к Земле Марс и некоторая комета находятся в квадратуре (в западной и восточной квадратурах соответственно). Блеск кометы при наблюдении с Земли равен 6,5m, при наблюдениях с Марса 7,1m. Определить, считая орбиты Марса и Земли круговыми, расстояние от Солнца до кометы.  Радиус орбиты Марса = 1,52 а.е. |
| **Решение задачи 2.**  Поскольку Марс и комета находятся в квадратуре относительно Земли, то Марс, Солнце и комета находятся на одной линии.  Находим расстояние от Земли до кометы *l1* и от Марса до кометы *l2* , считая орбиты Марса и Земли круговыми. Введем обозначения: r – расстояние от Солнца до кометы, R1 – радиус орбиты Земли, R2 – радиус орбиты Марса.    И    R1 = 1,0 а.е. радиус земной орбиты,  R2 равняется 1,52 а.е.  С другой стороны, отношение блеска кометы для наблюдателей на Земле и на Марсе равно    Учитывая, что блеск источника света обратно пропорционален квадрату расстояния от источника света до наблюдателя, находим, что отношение  = 1,7  С другой стороны,  Преобразуем последнее уравнение к квадратному уравнению относительно r  0,7r2-3,04r-0,6=0, решая квадратное уравнение получаем  x1=-0,19 ( корень не подходит)  x2=4,5 а.е.  Ответ: 4,5 а.е. |
| **Рекомендуемая оценка задачи 2.**  1. Вычисление расстояний от кометы до наблюдателей на Земле и Марсе - 2 балла.  2. Нахождение отношения расстояний по формуле Погсона – 2 балла.  3. Составление уравнения для определения искомого расстояния кометы от Солнца – 2 балла. 4. Решение уравнения и определение расстояния – 2 балла.  Итого:8 баллов. |

|  |
| --- |
| **Задача 3.**  Звезда типа цефеиды меняет свой блеск от до . При этом длина волны, отвечающая максимуму спектральной плотности излучения звезды, меняется от λ1 = 720 нм до λ2 = 650 нм. Оценить, во сколько раз изменяется размер звезды при изменении её блеска.  Постоянная Вина b = 2,898\*10-3 м\*K |
| **Решение задачи 3.**  Подсчитаем температуру звезды Т1 и Т2 в начальной и конечной фазе периода ее пульсации из закона смещения Вина.  max \*T = b  Где b = 2,898\*10-3 м\*K  Тогда Т1 = b/λ1=4025 К.  Т2 = b/λ2=4458,5 К.  По закону Стефана-Больцмана начальная и конечная энергетическая светимость звезды равна  R1=  R2=  Где  = 5,67\*10-8 Вт/м2 \*К-4  Звезда меняет свой блеск от 5,5m до 4,5m , поэтому ΔМ = -1,0, следовательно, увеличение интенсивности излучения звезды равно  =2,512  С другой стороны    Где S2/S1 = отношение площадей звезды в конечной и начальной фазе, которое равно квадрату отношения соответствующих радиусов звезды.  Следовательно, изменение радиуса звезды равно:  = |
| **Рекомендуемая оценка задачи 3.**  1. Вычисление температур: 2 балла.  2. Вычисление изменения блеска звезды: 2 балла.  3. Вычисление изменения энергетической светимости звезды: 2 балла.  4. Вычисление отношения радиусов: 2 балла.  Итого: 8 баллов. |
| **Задача 4.**  Астрономы обнаружили галактику, по параметрам схожую с нашей, с красным смещением z=0,08. Оценить угловой размер галактики относительно Земли. H = 68 (км/с)/Мпк.  H (величина постоянной Хаббла) = 68 (км/с)/Мпк,  Диаметр нашей галактики d равен 30 килопарсек. Скорость света в вакууме  м/сек. | |
| **Решение задачи 4.**  Согласно закону Хаббла, скорость галактики v и расстояние до галактики *r* связаны уравнением v=H\*r,  где H = 68 (км/с)/Мпк  С другой стороны v=z\*c, где с – скорость света.  Для малых скоростей можно использовать приближенную формулу:  v=z\*c=0,08\*3\*108 = 0,24\*108м/с.  Отсюда расстояние до галактики равно r=v/H = 352,3 Мпк.  Диаметр нашей галактики d равен 30 килопарсек, поэтому угловой размер наблюдаемой галактики равен ɑ=d/r =8,5\*10 -5 рад. | |
| **Рекомендуемая оценка задачи 4.**  1. Запись закона Хаббла: 2 балла.  2. Вычисление скорости галактики из красного смещения: 2 балла.  3. Вычисление расстояния до галактики: 2 балла.  4. Вычисление углового размера галактики: 2 балла.  Итого: 8 баллов. | |

|  |
| --- |
| **Задача 5.**  Для изучения полярных шапок льда на Земле запущен искусственный спутник, двигающийся в меридиональной плоскости. Наблюдатель на Северном полюсе замечает прохождение над ним спутника в зените со скоростью, перпендикулярной к лучу зрения на высоте, равной радиусу Земли. Наблюдатель, находящийся на экваторе наблюдает прохождение спутника над ним на высоте, равной двум радиусам Земли. Определить период обращения спутника вокруг Земли. |
| **Решение задачи 5.**  Запишем уравнение траектории спутника в полярных координатах  r = ,  где r – радиальная координата, p- параметр орбиты, φ – угол, отсчитываемый от направлений на перигей, и ε – эксцентриситет орбиты.  Для наблюдателя на Северном полюсе спутник находится в перигее, поскольку его скорость перпендикулярна лучу зрения, и угол φ равен нулю градусов, и r =2R, где R – радиус Земли 6 370 км.  Для наблюдателя на экваторе угол φ равняется 90 °, r = 3R.  Следовательно, ε равняется 1/2, p=3R, и для наблюдателя на Южном полюсе угол φ равен 180°, расстояние от центра Земли до спутника равно r=6R  Большая полуось орбиты спутника равна    Для определения периода вращения спутника Т1 используем закон Кеплера:    В качестве параметров орбиты сравнения Т2 и a2 берем орбиту с радиусом, равным радиусу Земли. Тогда a2 = R. Длина этой орбиты равна 2 R = 2\*3,14\*6370 = 40 тыс. км.  Первая космическая скорость равна:  км./сек.  Следовательно  5128 c = 85,5 мин.  С помощью найденных значений вычисляем искомый период обращения спутника Т1.  Т1 = 684 мин = 11,4 часа. |
| Рекомендуемая оценка задачи 5.  1. Запись уравнения движения спутника: 1 балла.  2. Определение параметров и эксцентриситета орбиты: 2 балла.  3. Определение расстояния спутника от центра Земли на южном полюсе: 2 балла. 4. Запись закона Кеплера 2 балла.  4. Определение периода: 1 балл.  Итого: 8 балла. |

|  |
| --- |
| **Задача 6.**  Рассчитать на сколько удалилась Земля от Солнца в эпоху человечества (последние 100 тысяч лет) за счет испускания излучения Солнцем. Считать, что в настоящее время радиус орбиты Земли равен 149,6 млн. км. Радиус Солнца(Rс)равен 697000 км. Температура поверхности Солнца равна 5800К. Масса Солнца 1,989 \*1030 кг. |
| **Решение задачи 6.**  Обозначим: R0-радиус орбиты Земли в настоящее время.  M0- масса Солнца  w0- угловая скорость обращения Земли вокруг Солнца.  m- масса Земли.  На Землю, которая движется по орбите, действует сила всемирного тяготения и центробежная сила, которые уравновешивают друг друга.  G\*(M0\*m)/R0^2=m\*(w0^2)\*R0  Для времени, отстающего от нашего на 100 тыс. лет, можно записать аналогичное уравнение:  G\*(M\*m)/R^2=m\*(w^2)\*R  Перепишем эти уравнения в виде:  G\*M0=(w0^2\*R0^4)/R0 (1)  G\*M=(w^2\*R^4)/R (2)  В соответствии с 2 законом Кеплера, который справедлив независимо от массы создающей поле тяготения w0^2\*R0^4=w^2\*R^4  Разделив уравнение-(1) на уравнение-(2) получаем  M/M0=R0/R (3)  100 тыс. лет назад масса Солнца М была больше М0 на величину ΔМ-потеря массы Солнца  М=М0+ΔМ (4)  Вычислим ΔМ-потерю массы Солнца, за счет испускание света, используя закон Стефона Больцмана и эквивалентность массы и энергии  ΔМ=(4пRс^2δT^4) /(c^2) \*t = 1,37\*1022 кг.  Где R=697000 км.  δ=5,67\*10^(-8) кг\*с^(-3) \*K^(-4)  T=5800K  t=10 тыс. лет=3153,6\*10^9 c.  Из соотношения (3) и (4) видно, что R=R0-ΔR  Т.е. раньше Земля была ближе к Солнцу, чем сейчас.  Найдем на сколько удалилась Земля за 100 тыс. лет.  ΔR=R0\*(ΔМ/М0)  Подставляя в последнюю формулу значения радиуса орбиты Земли и массу Солнца, находим  ΔR=149,6 \*106 (1,37\*1023/1,989\*1030)=10, 31 км  Ответ: ΔR=10, 31 км. |
| **Рекомендуемая оценка задачи 6.**   1. Запись условия равновесия Земли в настоящее время и 100 тыс. лет назад-4 балла (по 2 балла за уравнение) 2. Вычисление уменьшения массы Солнца -2 балла. 3. Вычисление увеличения радиуса орбиты Земли- 2 балла.   Итого: 8 баллов. |

Уважаемый участник олимпиады!

Задания и ответы олимпиады будут опубликованы на сайте ГБУ ДО КК «Центр развития одаренности» ([www.cdodd.ru](http://www.cdodd.ru)) в день проведения олимпиады в 15.00 в разделе «Методическая копилка/Олимпиадные задания муниципального этапа ВОШ».

Уточните у организаторов, где и когда будут опубликованы результаты проверки олимпиадных работ.

В случае несогласия с выставленными баллами вы можете подать апелляцию, предварительно просмотрев Вашу оцененную работу, обратившись в муниципальный орган управления образованием. Там же Вы можете получить подробную информацию о месте и времени проведения просмотра олимпиадных работ и апелляции.