

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

2019/2020 учебный год

Муниципальный этап

11 класс

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. На каком расстоянии от Солнца параллакс его звезды-близнеца будет равен её угловому радиусу?

Решение: По определению годичный (а по смыслу задачи имеется ввиду именно он) параллакс это угол, который стягивает расстояние в 1 а.е. Угловой же размер звезды (с радиусом равным солнечному – по условию задачи) в $1.496 \cdot 10^8 / 696000 = 215$ раз меньше, то есть при ЛЮБОМ расстоянии до звезды-близнеца Солнца ее параллакс будет в 215 раз больше, чем видимый угловой радиус (8 баллов за любой вариант верных рассуждений. Обязательно должно быть отмечено (словами или указанием базиса), что параллакс именно годичный, иначе не более 4 баллов).

2. Наступает ли на Земле, на широте полярного круга ($66^\circ 34'$), полярный день и полярная ночь? Когда это происходит?

Решение: На полярных кругах в отсутствии рефракции (и если считать Солнце точкой) раз в год должна наступать полярная ночь (в день зимнего солнцестояния) и полярный день (в день летнего солнцестояния). Но рефракцию и размеры Солнца, получаем, что зона граничной широты наступления полярного дня сдвигается на юг, а полярной ночи – на север (для северного полярного круга, для южного наоборот) (4 балла рассуждения). Поэтому на широте полярного круга будет наступать полярный день (причем несколько дней подряд вблизи дня летнего солнцеворота) (2 балла), а полярной ночи не будет вовсе (2 балла).

3. На рисунке представлена иллюстрация к сказке П.П. Ершова «Конёк-Горбунок»:

...Кто-то в поле стал ходить
И пшеницу шевелить.
Мужички такой печали
Отродясь не видали...

...Вдруг о полночь конь заржал...
Караульщик наш привстал,
Посмотрел под рукавицу
И увидел кобылицу.

Кобылица та была
Вся, как белый снег, бела,
В землю грива золотая,
В мелки кольца завитая.

Часть какого созвездия изобразил художник на рисунке?

Все ли верно, с т.з. астрономии, показано на рисунке, учтя контекст сказки и условия видимости этого созвездия в средних широтах?

Решение: На рисунке в верхнем правом углу видна узнаваемая часть созвездия Ориона (2 балла). Созвездие расположено почти вертикально, т.е. находится незадолго до верхней кульминации. В умеренных широтах Северного полушария такое расположения созвездия в около полуночи имеет место в декабре (4 балла за рассуждения о расположении созвездия и времени года). В сказке указывается, что кобылица «пшеницу шевелила», то есть речь идет о летних месяцах, в крайнем случае – сентябре, но никак не о начале зимы. Это же видно и на рисунке. Т.е. неточность – вид звездного неба в полночь не соответствует возможному времени действия в сказке (2 балла финальный вывод).

4. Сегодня (11 ноября) состоится прохождение Меркурия по диску Солнца. Оно начнется в $12^{\text{h}}35^{\text{m}}$ UT. На каких долготах на территории России этот момент может наблюдаться? Заход Солнца 11 ноября в 16^{h} местного времени.

Решение: Прохождение будет видно всюду, где Солнце будет над горизонтом в это время (1 балл). Заход Солнца в 16^{h} местного времени будет соответствовать $12^{\text{h}}35^{\text{m}}$ UT на долготе $16^{\text{h}}-12^{\text{h}}35^{\text{m}}=3^{\text{h}}25^{\text{m}}$ или $51^{\circ}15'$ (4 балла). Западная граница зоны видимости будет находиться в западном полушарии (1 балл). Таким образом, в России начало прохождения будет видно от долготы $51^{\circ}15'$ до западных границ (Калининградская область) (2 балла финальный ответ).

5. Земля совершает оборот вокруг центра Галактики за 250 млн. лет (этот промежуток времени называют "галактический год"). Определите массу Галактики, сосредоточенную внутри галактической орбиты Солнца.

*Решение: по третьему обобщенному закону Кеплера $M=a^3/T^2$, где большая полуось выражена в а.е., а период в годах (возможно и «классическое» выражение закона в СИ) (4 балла). Подставив численные значения, получим $M=(8*10^3*206265)^3/(250*10^6)^2=71.9*10^9$ масс Солнца. (2 балла верная подстановка численных значений в формулы, 2 балла расчет).*

6. Мы наблюдаем Нептун в телескоп с Земли. Нептун находится в противостоянии. Каков должен быть диаметр телескопа, чтобы получать в фокальной плоскости такое же количество энергии (за секунду времени), как получил бы человек, находящийся на спутнике Урана и наблюдающий Нептун в противостоянии, на сетчатке глаза? Считать, что наблюдатель на спутнике Урана не использует оптику.

*Решение: В противостоянии для наблюдателя на Уране расстояние до Нептуна $30-19.2=10.8$ а.е., а для наблюдателя на Земле $30-1=29$ а.е. Т.е. для наблюдателя на Уране Нептун в $29/10.8=2.69$ раз ближе, чем на Земле, т.е. единица площади получает в $2.69^2=7.21$ раз большую энергию за единицу времени (2 балла за верное определение расстояний в конфигурациях, 2 балла закон обратных квадратов). Для компенсации этого на Земле нам потребуется телескоп с собирающей поверхностью объектива в 7.21 раз больше, т.е. диаметр объектива д.быть в 2.69 раз больше, чем диаметр зрачка человеческого глаза (2 балл верные рассуждения о параметрах телескопа), т.е. $6*2.69=16.4$ мм (2 балла ответ). Очень скромный инструмент, меньше, чем первые телескопы Галилея и Ньютона!*

Примечание: хотя рассуждения в духе «Нептун в 2.7 раз дальше, поэтому телескоп должен быть в 2.7 раз больше, чем глаз» формально приведут к верному ответу, но такое решение (без промежуточной аргументации) оценивается **НЕ ВЫШЕ, ЧЕМ В 4 БАЛЛА**.

Справочные данные: Некоторые параметры больших планет Солнечной Системы

Планета	Большая полуось, а.е.	Сидерический период обращения вокруг оси, ср.солн.сут.	Наклон оси вращения к плоскости орбиты, °
Меркурий	0.387	58.6462	0.01
Венера	0.723	-243.0185 (вр-е обратное)	177.36
Земля	1.000	0.99726963	23.44
Марс	1.523	1.02595675	25.19
Юпитер	5.204	0.41354 (на экваторе)	3.13
Сатурн	9.584	0.44401 (на экваторе)	26.73
Уран	19.187	-0.71833 (на экваторе) (вр-е обратное)	97.77
Нептун	30.021	0.67125 (на экваторе)	28.32

Видимая звездная величина Солнца и Луны в полнолуние $m(\text{Sun})=-26.7^m$, $m(\text{Moon})=-12.7^m$

Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг, радиус 696 000 км, $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^8$ км; $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.}$;

Гравитационная постоянная $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$; период прецессии земной оси 25500 лет;

Широта Казани – $55^\circ 47'$; угловой размер Солнца - $32'$, радиус Солнца – $6.96 \cdot 10^5$ км; угол рефракции в горизонте - $35'$, диаметр зрачка человека 6 мм, расстояние от Солнца до центра Галактики 8 кпк.

Экваториальные координаты Сириуса $\alpha = 06^h 43^m$ и $\delta = -16^\circ 35'$.