

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 2,5 часа. Максимум 40 баллов.



1. В честь собаки (8 баллов)

Астероид Петрина (назван, между прочим, в честь собаки первооткрывателя) в афелии находится на расстоянии примерно 3,3 а.е. от Солнца. Сколько времени идет свет от Солнца до этого астероида? Все необходимые для решения константы можно найти в справочных материалах.

Решение:

Из справочных данных находим, что скорость света в вакууме $v = 2,998 \cdot 10^8$ м/с, а 1 а.е. = $1,496 \cdot 10^{11}$ м. (1 балл).

Переведем расстояние до астероида в метры:

$$L = 3,3 \text{ а.е.} = 3,3 \cdot 1,496 \cdot 10^{11} \approx 4,937 \cdot 10^{11} \text{ м. (3 балла).}$$

Тогда время движения:

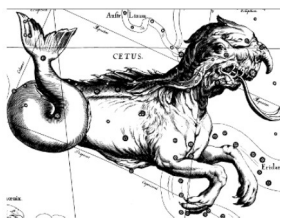
$$t = L/v = 1\,646,7 \text{ секунд} = 27,4 \text{ минуты (4 балла).}$$

Примечание: Ответ может быть дан в любых единицах - минуты, секунды или даже часы (в этом случае верный ответ примерно 0,46 часа). Верный ответ без объяснения оценивается в 1 балл.

2. Аль-Бируни (8 баллов)

Средневековый персидский мыслитель Абу Райхан Бируни в конце X века смог рассчитать скорость суточного вращения поверхности Земли на экваторе (как – не будем раскрывать его секретов в этой задаче). Результат у него получился не в современных единицах, а 3778 локтей за 4 секунды часа. Зная, что длина локтя равна 49,43 см, определите, на сколько результат Аль-Бируни отличается от современных данных. Все необходимые для решения константы можно найти в справочных материалах.

Решение:



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 2,5 часа.

Максимум 40 баллов.



Для начала необходимо перевести результат Аль-Бируни в современные единицы измерения:

$$\frac{3778 \cdot 49.43}{4} \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right) \approx 46687 (\text{см/с}) \approx 466.9 (\text{м/с}).$$

(2 балла)

Земля делает один оборот вокруг своей оси за 23 часа 56 минут 04 секунды (см. справочные данные). Это $T = 86164$ секунды.

Экваториальный радиус Земли 6378,14 км, поэтому длина земного экватора:

$$L = 2\pi R \text{ (2 балла)}$$

$$L \approx 40054,72 \text{ км.}$$

Тогда скорость суточного вращения точки на экваторе равна:

$$v = L/T \text{ (2 балла)}$$

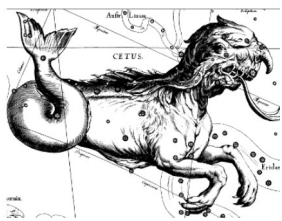
$$v \approx 0,4649 \text{ км/с} = 464,9 \text{ м/с.}$$

Отличие значения персидского мыслителя от современного результата совсем невелико, всего 2 м/с. **(2 балла)**

Весьма точный расчет для X века!

Примечание: участник может решать задачу в общем виде, не проводя промежуточных вычислений. Поэтому указанные выше баллы ставятся именно за **верные формулы**, а не за полученные численные результаты для L и v . Если участник не пользуется справочными данными и принимает период осевого вращения земли равным 24 часа, а радиус Земли равным 6400 км, но в остальном его ход решения верен, то за задачу следует выставить **6 баллов из 8 возможных**. Численный ответ при этом не будет отличаться существенным образом (1,7 м/с при точных вычислениях).

3. Земля как Луна. (8 баллов). На какое расстояние нужно отдалиться от Земли, чтобы её видимый угловой размер стал равен размеру лунного диска на земном небе? Выразите ответ в километрах и в диаметрах Земли. Средний радиус Земли считать равным 6371 км.
Примечание: Для решения задачи Вам, возможно, понадобятся Справочные данные – попросите их у организаторов!



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 2,5 часа. Максимум 40 баллов.



Решение:

Если считать углы в задаче малыми, а это вполне уместное допущение, то угол, под которым наблюдается объект, обратно пропорционален расстоянию до него.

В справочных материалах необходимо найти радиус Луны и расстояние от Земли до Луны:

$$R_L = 1738 \text{ км}, L = 384\,400 \text{ км}.$$

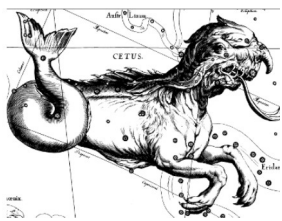
Радиус Земли в $6371/1738 = 3,67$ раза больше радиуса Луны, следовательно, угловой размер Земли будет равен лунному на расстоянии, в 3,67 раз большем расстояния от Земли до Луны, а это $384\,400 \cdot 3,67 = 1,41$ млн км или $1\,410\,000 / (2 \cdot 6371) \sim 111$ земных диаметров.

За верное сравнение размеров Земли и Луны ставится 2 балла, 4 балла за правильное выражение итогового расстояния в км и ещё 2 балла ставится за правильный ответ, выраженный в диаметрах Земли. Если школьник перепутал радиус и диаметр, оценка снижается на 1 балл.

4. Столкновение. (8 баллов). Однажды в далекой-далекой галактике произошло редкое событие – два одинаковых шаровых звёздных скопления, движущихся вокруг центра этой галактики по одной орбите навстречу друг другу, столкнулись. Радиус каждого скопления $R = 10$ световых лет, скорость движения по орбите каждого скопления в момент столкновения $V = 300$ км/с, а столкновение центральное (т. е. центр одного скопления пройдёт через центр другого скопления). Определите, сколько лет будет длиться такое столкновение.

Решение:

Надо понимать, что звёздное скопление – это не сплошное тело: звёзды в нём расположены чрезвычайно редко (характерные расстояния между ними в миллионы раз



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

8 класс, 2020/2021 учебный год

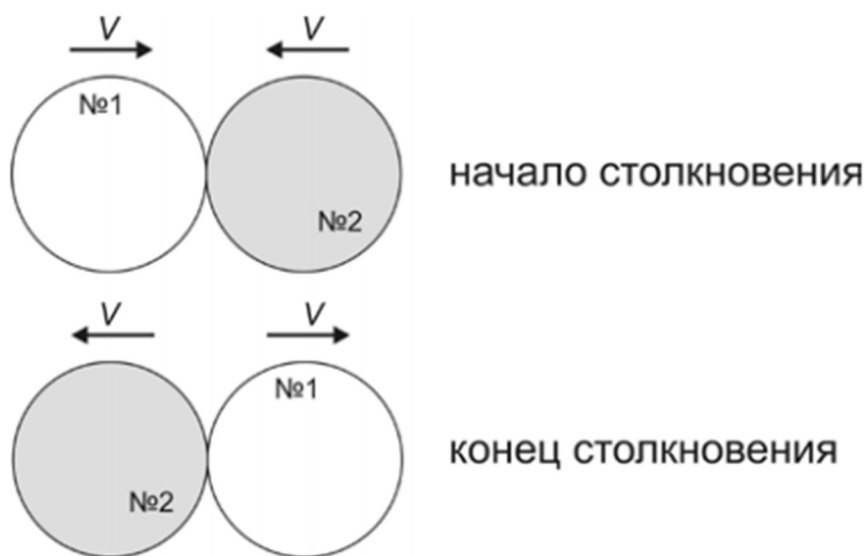
Длительность 2,5 часа.

Максимум 40 баллов.

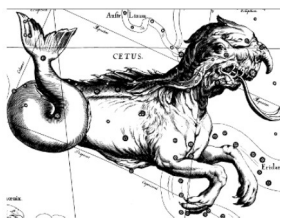


превышают размеры звезды). Поэтому при столкновении скоплений столкновения звёзд наблюдаться не будут – скопления просто пройдут друг сквозь друга.

Решать задачу можно двумя способами. Можно поместить наблюдателя в центр одного из скоплений, а можно рассматривать ситуацию с точки зрения стороннего наблюдателя, например, расположенного в центре галактики. В первом случае скорость движения набегающего скопления относительно наблюдателя будет равна $2V$, а путь, который набегающее скопление должно пройти от начала до конца столкновения, будет равен $4R$. Во втором случае можно нарисовать рисунок, на котором изображено столкновение, как оно видно стороннему наблюдателю:



В этом случае видно, что скопление №2 от начала столкновения до его окончания проходит путь $2R$, двигаясь со скоростью V (аналогично для скопления №1). И в первом, и во втором случае длительность столкновения, конечно, получится одинаковой: $T = 4R/2V = 2R/V$. Получить из этой формулы численный ответ можно двумя способами – подставив все данные, выраженные в единицах СИ, либо, обратив внимание, что расстояние $2R$ свет проходит за 20 лет, двигаясь со скоростью 300 тыс. км/с. Для второго пути сразу получается ответ, что при скорости движения в 300 км/с время, затраченное на пересечение диаметра скопления, будет в 1000 раз больше, т. е. 20000 лет.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 2,5 часа.

Максимум 40 баллов.



Для первого способа выразим радиус скопления в единицах СИ: $R = 10$ световых лет $= 10 \cdot 300000 \text{ км/с} \cdot 1000 \cdot (3600 \cdot 24 \cdot 365,25 \text{ с}) \approx 9,47 \cdot 10^{16} \text{ м}$. Тогда $T = 2 \cdot 9,47 \cdot 10^{16} / 3 \cdot 10^5 = 6,31 \cdot 10^{11} \text{ с} \approx 20000 \text{ лет}$.

Ответ: 20000 лет

Критерии оценивания:

За верное понимание картины происходящего (т. е. того, как расположены скопления в начале и конце столкновения, и какой путь они должны пройти) +2 балла. Это может быть указано явно с подробным описанием, а может проявиться в верном использовании формул (т. е. использования величины V для пути $2R$ или $2V$ для пути $4R$).

Верная запись выражения для длительности (явная запись или следующая из решения и ответа) оценивается в 3 балла.

Получение ответа в 20000 лет (± 500) оценивается в 3 балла (при решении задачи с использованием единиц измерения времени, отличных от года, за верный ответ в этих единицах (например, в секундах – $6,3 \cdot 10^{11} \text{ с}$) ставится +2 балла и за правильный перевод к годам ещё +1 балл).

Использование радиуса вместо диаметра (с ответом в 2 раза меньше требуемого) снижает оценку на 2 балла.

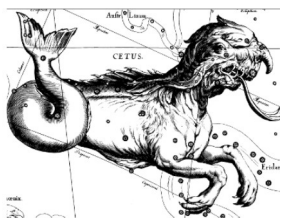
Максимум за задачу 8 баллов.

5. Древние греки (8 баллов)

Как далеко в прошлое могли «заглянуть» древние греки, любясь звездным небом?

Решение:

Свет от далеких объектов идет довольно долго из-за конечности скорости света в 300 000 км/с (1 балл). Значит, когда мы смотрим на звездное небо, мы видим то, что происходило в прошлом некоторое время назад (1 балл). Самый далекий объект, который могли наблюдать невооруженным глазом древние, у которых, как известно, еще не было телескопов – это туманность Андромеды (2 балла), расстояние до которой около 2000000



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

8 класс, 2020/2021 учебный год

Длительность 2,5 часа. Максимум 40 баллов.



световых лет (2 балла). Значит, заглянуть в прошлое древние греки могли аж на 2 миллиона лет назад (2 балла).