

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

7 класс, 2024/2025 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 50 баллов.



Задача 1. Сообщение ИИ (8 баллов).

Узнав об открытии астероида 2024 PT5 астроном-любитель Иван Иванович, верящий в существование других цивилизаций, сразу же отправил радиосигнал в космос. В нем он зашифровал следующее: «Вторую Луну открыли 7 августа 2024 года. 25 ноября 2024 года она покинет околоземное пространство. Спешите увидеть! Ваш ИИ». На каком максимальном расстоянии от Земли может находиться космический корабль пришельцев, чтобы успеть принять сигнал и увидеть «вторую Луну» хотя бы в последнее мгновение, если он (корабль) движется к Земле со скоростью $0,1c$. Считайте, что пришельцы посмотрят на Землю и околоземное пространство сразу после принятия сигнала. Скорость распространения радиоволн в вакууме $c = 300\,000$ км/с. Ответ дайте в километрах.

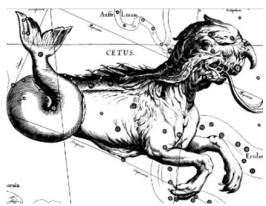
Возможное решение:

С 7 августа по 25 ноября пройдет 16 недель минус 2 дня, т.е. $t = 16 \cdot 7 - 2 = 110$ дней. **(2 балла; если арифметическая ошибка плюс-минус 2 дня – ставится 1 балл, в иных случаях 0 баллов за этот пункт).**

Радиосигнал и корабль сближаются со скоростью $v = c + 0,1c = 1,1c$ **(2 балла; если не учтена скорость света, то за этот пункт ставится 0 баллов).**

Поэтому корабль мог находиться на максимальном расстоянии $S = v \cdot t = 1,1c \cdot 110$ дней = 0,33 световых года = 0,1 парсек = $3 \cdot 10^{12}$ км. **(4 балла; если ответ получен верно, но не переведен в километры, то ставится 3 балла. Если используется верная формула, но в первых двух пунктах имеются ошибки и получен ответ, отличающийся более чем на 10%, то ставится 2 балла за этот этап).**

Примечание: участник мог решать задачу не через скорость сближения, а рассчитывая расстояния, пройденные светом и кораблем. В этом случае баллы ставятся исходя из правильности соответствующих этапов решения.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

7 класс, 2024/2025 учебный год

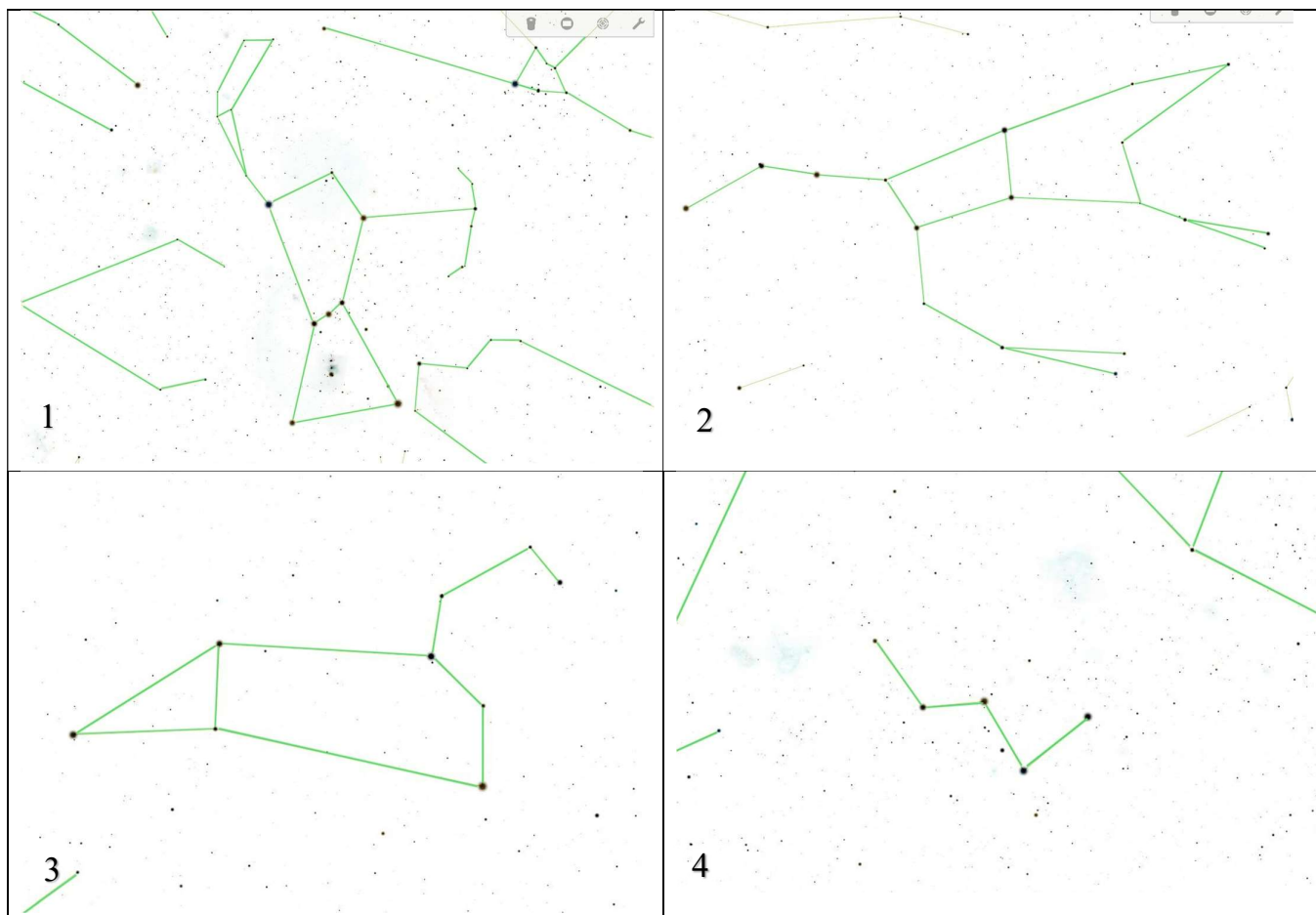
Длительность 3 часа.

Максимум 50 баллов.



Задача 2. Что по созвездиям? (8 баллов)

На рисунках ниже приведены 4 созвездия. Что это за созвездия? Какие наиболее яркие звезды в этих созвездиях вам известны? В какое время года видны эти созвездия в Башкирии. Есть ли среди них созвездия, которые видны круглый год?



Возможное решение:

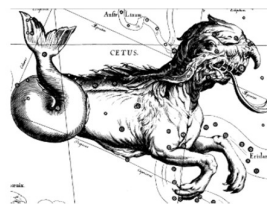
1 – Орион. Яркие звезды Бетельгейзе, Ригель. Созвездие может быть видно в конце лета (начиная с середины августа), осенью, зимой и в первой половине весны (до середины апреля), наилучшие условия для наблюдений в ноябре — январе.

2 – Большая Медведица. Яркие звезды Алиот, Дубхе. В Башкирии видно круглый год.

3 – Лев. Яркая звезда Регул. Солнце находится в созвездии с 10 августа по 15 сентября, в этот период созвездие нельзя наблюдать. Лучшее время наблюдения – февраль и март.

4 – Кассиопея. Яркие звезды Шедар, Каф. В Башкирии видно круглый год.

*Принцип оценивания одинаков для каждого из созвездий: **0,5 балла** за верное название созвездия + **0,5 балла** за хотя бы одну верную яркую звезду + **1 балл** за условия видимости.*



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

7 класс, 2024/2025 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 50 баллов.



Задача 3. Много событий (8 баллов)

В один из богатых на событие дней астрономы зафиксировали сразу несколько интересных событий. Ниже перечислены некоторые из этих событий с указанием момента фиксации по всемирному времени.

- 1) От Солнца оторвался огромный протуберанец и улетел в космос в 2 часа 25 минут.
- 2) Над Турцией видели очень яркий метеор в 2 часа 23 минуты.
- 3) На Луне вблизи кратера Иделер упал метеорит размером 10 метров в 2 часа 14 минут.
- 4) Значительное изменение яркости одной из звезд в рассеянном звездном скоплении Гиады в 3 часа 10 минут.
- 5) На спутнике Сатурна Энцеладе начал извергаться один из отслеживаемых вулканов в 2 часа 43 минуты (Сатурн в этот момент находился в противостоянии)
- 6) В Туманности Андромеды вспыхнула новая звезда в 3 часа 52 минуты.

Расставьте эти события в хронологической последовательности (от того, которое произошло раньше всех, до самого позднего). Свою расстановку событий объясните.

Возможное решение:

Из-за конечности скорости света чем дальше от нас объект, тем дольше от него идет свет, поэтому мы по сути видим «прошлое» объекта. Момент времени t , который зафиксировали астрономы, связан с моментом времени t_0 , в который в действительности произошло событие, следующим образом:

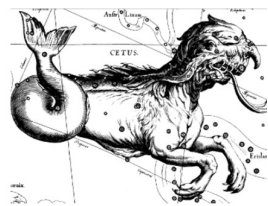
$t_0 = t - l/c$, где l – расстояние до объекта, $c = 300\,000$ км/с – скорость света. **(1 балл)**

Найдем t_0 для каждого из указанных событий.

1) Солнце расположено от нас на расстоянии $l_1 = 149\,600\,000$ км. Свет от Солнца до нас идет: $l_1/c = 149\,600\,000 / 300\,000 = 499$ с = 8,3 минуты, т.е. 8 минут 19 секунд. Поэтому отрыв протуберанца произошел на самом деле в 2 часа 17 минут примерно (большая точность не требуется).

2) Событие происходит очень близко от поверхности земли (буквально в нескольких десятках километра), поэтому разница времени незначительная. Будем считать, что время события равно времени фиксации 2 часа 23 минуты.

3) Луна находится на расстоянии 384000 км от Земли. Свет проходит это расстояние за $384\,000/300\,000 = 1,28$ секунды. Значит, время фиксации практически совпадает с временем события 2 часа 14 минут.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

7 класс, 2024/2025 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 50 баллов.



4) Рассеянное звездное скопление Гиады расположено от нас на расстоянии около 150 световых лет, т.е. мы видим событие, произошедшее около 150 лет назад.

5) Расстояние до Энцелада можно примерно считать равным расстоянию до Сатурна. Для Сатурна афелий равен примерно 10 а.е., перигелий примерно 9 а.е. Значит если Сатурн находится в противостоянии, то расстояние до него не может быть меньше 8 а.е. 1 а.е. = 149 600 000 км, тогда 8 а.е. = 1 196 800 000 км. Это расстояние свет проходит за

$1\,196\,800\,000\text{ км} / (300\,000\text{ км/с}) = 3989\text{ с} = 66,5\text{ мин.}$ Тогда извержение вулкана началось примерно в 1 час 36 минут.

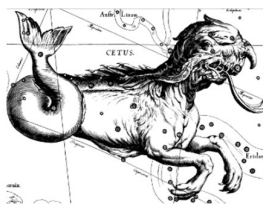
6) Туманность Андромеды – это ближайшая к нам из крупных галактик. Расстояние до нее 800 кпк, т.е. $800 \cdot 3260 = 2\,608\,000$ лет. Свет от нее до нас идет более 2,5 миллионов лет! Так что все события в ней происходили на самом деле очень давно.

Теперь восстановим хронологию событий.

Первым из представленных произошло событие 6) в Туманности Андромеды, затем 4) в Гиадах, далее событие 5) на Энцеладе, после чего события 3), 1) и 2). Верная последовательность: **645312**.

(по 1 баллу за анализ каждого из событий (итого максимум 6 баллов) + 1 балл за верную последовательность).

Для верного ответа на вопрос не нужно знать расстояния до Гиад и Туманности Андромеды. Достаточно понимания того, что Гиады находятся за пределами Солнечной Системы, но в пределах нашей Галактики, а Туманность Андромеды – другая Галактика, поэтому свет от Гиад идет точно не один год, а от Туманности Андромеды – намного дольше.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

7 класс, 2024/2025 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 50 баллов.



Задача 4. Про Луну (8 баллов).

1 ноября в 10 часов утра по всемирному времени произошло новолуние. Дайте обоснованные ответы на следующие вопросы: 1) Какой будет дата следующего новолуния? 2) Какой будет дата ближайшего полнолуния? 3) Можно ли будет в этот момент увидеть Луну над горизонтом в Уфе?

Возможное решение:

Луна делает один оборот вокруг Земли на 27,3 дня, но эта величина не является лунным месяцем. Если внимательно посмотреть в справочные данные, то можно найти величину синодического периода (лунного месяца) Луны – 29,5 дней. **(1 балл)**

Ответим на первый вопрос задачи.

Следующее новолуние произойдет через 29,5 дней = 29 дней 12 часов. **(1 балл)**

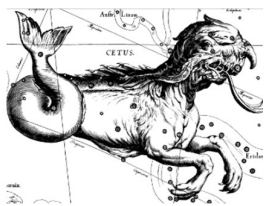
Следовательно, само событие будет 29 ноября в 22 часа по всемирному времени. В Уфе часовой пояс +5 часов. Следовательно, в Уфе в этот момент будет 30 ноября 3 часа ночи. **(2 балла)**

Второй вопрос задачи.

Полнолуние происходит через половину лунного месяца после новолуния. В этой фазе мы видим полную Луну.

Искомая дата наступления полнолуния 1 ноября 10 часов + 14 дней 18 часов = 15 ноября 4 часа утра по всемирному времени. В Уфе в этот момент будет 15 ноября 9 часов утра. **(2 балла)**

После того, как мы определили момент полнолуния, можно ответить на последний вопрос задачи. В полнолунии Луна диаметрально противоположна Солнцу, следовательно, если Солнца находится под горизонтом, то Луна - над горизонтом и наоборот. Значит наш вопрос можно переформулировать так: «Сможем ли мы увидеть Солнце 15 ноября в 9 часов утра?». Ответ на этот вопрос «да», значит Солнце будет над горизонтом, а полная Луна под горизонтом. **(2 балла)**



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии

7 класс, 2024/2025 учебный год

Длительность 3 часа.

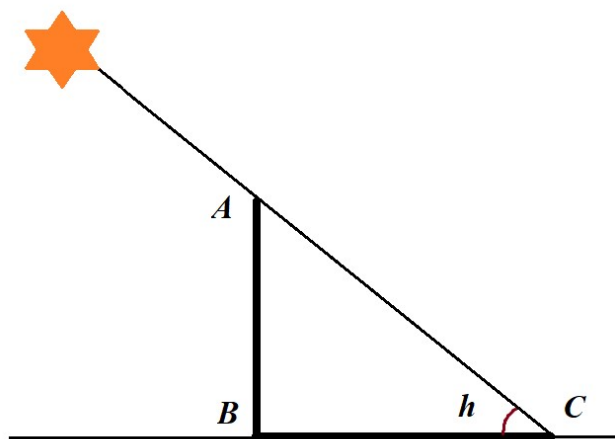
Максимум 50 баллов.



Задача 5. Про Солнце (8 баллов).

В день весеннего равноденствия (21 марта) юный астроном Ильдар в полдень вышел во двор и обнаружил, что длина тени от столба равна его высоте. Определите, на какой широте находится в этот момент Ильдар? Приведите рисунок, поясняющий задачу, на котором обязательно обозначьте Солнце, столб, его длину и длину тени.

Возможное решение:



Так как высота столба равна длине его тени, то треугольник ABC – прямоугольный и равнобедренный, поэтому высота Солнца над горизонтом равна $h = 45^\circ$. (2 балла)

В полдень Солнце находится в верхней кульминации. (1 балл за явное указание либо использование этого факта в решении).

В день весеннего равноденствия (21 марта) склонение Солнца равно 0 градусов. (2 балла)

Запишем формулу для верхней кульминации (1 балл)

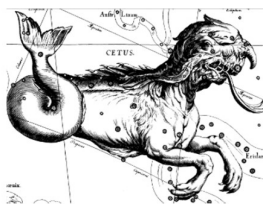
$$h = 90 - |\varphi - \delta|.$$

Склонение $\delta = 0$, поэтому $h = 90 - |\varphi|$.

Тогда $|\varphi| = 45^\circ$.

Поэтому Ильдар мог увидеть эту ситуацию на широте 45 градусов северной (1 балл) и южной (1 балл) широт.

Также ответ может быть дан в следующем виде: $\varphi = \pm 45^\circ$.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

7 класс, 2024/2025 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 50 баллов.



Задача 6. Вторая Луна? (10 баллов).

8 августа 2024 года к Земле приблизился астероид 2024 PT5 из группы астероидов Арджуна. В средствах массовой информации написали, что у Земли появилась «вторая Луна» и представили фотографию, приведенную ниже.

- 1) Оцените, на каком расстоянии от Земли должен находиться астероид, чтобы его угловой размер был таким, как на фотографии. Угловой размер Луны считать равным $0,5^\circ$, линейный размер астероида 10 м.
- 2) Проанализируйте с физической и астрономической точки зрения, возможно ли на самом деле такое сближение астероида с Землей.

Приведены два экземпляра фотографии для удобства построений.

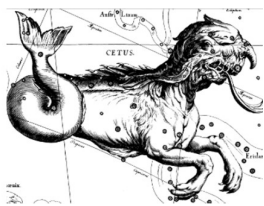
При необходимости этот лист с построениями и пометками можно сдать вместе с работой.



Возможное решение:

Указание: перед началом проверки необходимо провести контрольные измерения на распечатанном комплекте заданий и пересчитать все значения с учетом полученных значений.

- 1) Судя по рельефу, Луна находится слева (более яркий и меньший по размерам объект), а астероид – справа (**1 балл**)



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии**

7 класс, 2024/2025 учебный год

Длительность 3 часа.

Максимум 50 баллов.



Отношение измеренных диаметров равно отношению угловых размеров, т.е.

$x_1/x_2 = 0,5/\alpha$, откуда $\alpha = 0,5 \cdot x_2/x_1$ (**1 балл**).

Воспользуемся формулой:

$\alpha \approx d/r$, где $d = 10$ м, а r – искомое расстояние до астероида. Отсюда $r = d/\alpha$. (**1 балл**)

Для уменьшения погрешности измерения нужно проводить минимум 3 раза (в разных местах), затем находить среднее значение.

Измерим линейкой диаметр Луны минимум в трех местах (чтобы уменьшить погрешность), найдем среднее значение x_1 . (Если выполнено 1 измерение, то ставится **0,5 балла**, если 2 измерения – ставится **1 балл**, если 3 и более – **1,5 балла**).

Затем также линейкой измерим диаметр «астероида» минимум в трех местах и тоже найдем среднее значение x_2 . (Если выполнено 1 измерение, то ставится **0,5 балла**, если 2 измерения – ставится **1 балл**, если 3 и более – **1,5 балла**).

У авторов при измерениях получились следующие значения: $x_1 = 23$ мм, $x_2 = 34$ мм, тогда $\alpha \approx 0,74^\circ$. Переведем в радианы: $1 \text{ рад} = 206265''$, тогда $0,74^\circ \approx 2664'' \approx 0,013 \text{ рад}$. Посчитаем $r = 744$ метра.

Важно! Поскольку в формулах фигурирует отношение x_1 и x_2 , то оно не должно существенно отличаться от полученного, поэтому численное значение r тоже не должно существенным образом отличаться. Однако все равно необходимо провести контрольные измерения на выданных детям распечатках.

(Получено численное значение r в диапазоне плюс-минус 5% от контрольного: **2 балла**)

Итого максимум 8 баллов за данный пункт.

2) Расстояние до астероида получилось порядка 1 км. Это всего примерно в 5 раз больше, чем относительная высота шихана Торатау в Ишимбайском районе (относительная высота 280 м). На таком расстоянии данный астероид не мог бы быть спутником планеты, помешало бы трение и сильное гравитационное притяжение Земли. Если бы астероид приближался на такое расстояние, то он бы уже существенно ускорился и при вхождении в атмосферу Земли из-за трения скорее всего либо полностью бы сгорел, либо его остатки упали бы в виде метеоритов.

(Обоснованно получен ответ, что такое сближение невозможно: **0,5 балла** за ответ «невозможно» + **1,5 балла** за адекватное с физической и астрономической точек зрения обоснование).