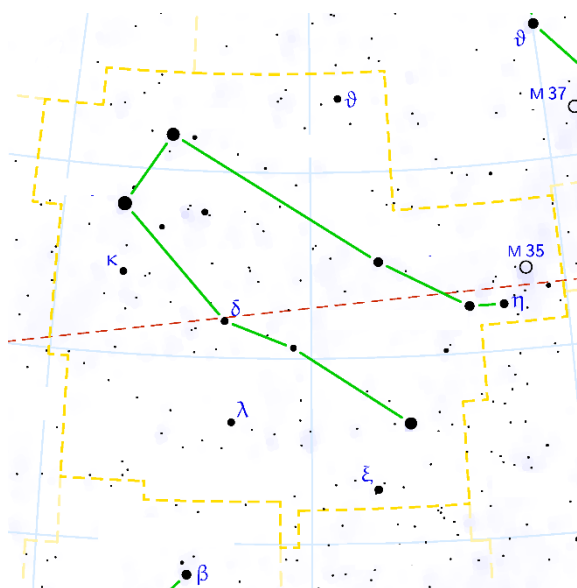


**9 класс (РЕШЕНИЯ и КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ. Максимум – 48 баллов)**

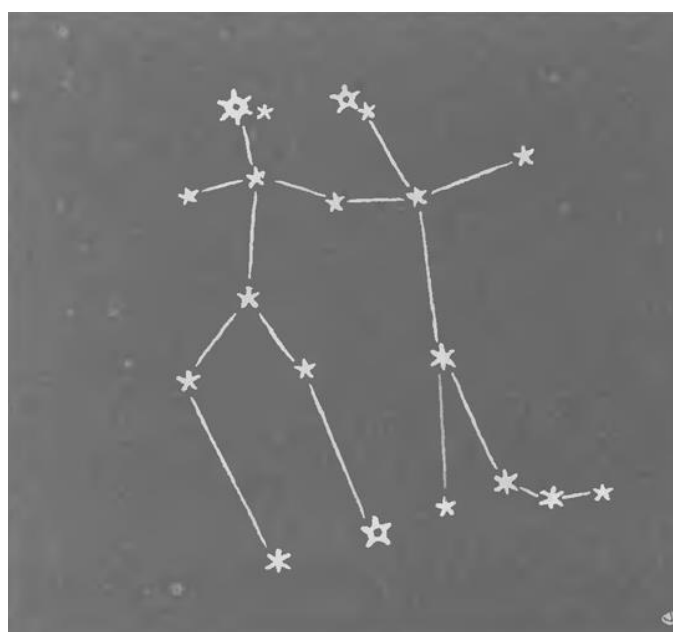
**Задача 1**

Писатель Ханс Рей в 1952 году написал и издал книгу «Звезды. Новые очертания старых созвездий», в которой предложил такие варианты соединения отрезками ярких звезд созвездий, чтобы из них складывалась картинка, соответствующая названию созвездия.

Например, некоторое созвездие в традиционных справочниках изображается так (фрагмент карты с Википедии):



В книге Рея предложен другой способ «соединить» звезды (для наглядности карта была повернута):



Что в астрономии называется созвездием? Напишите, о каком созвездии идет речь. В какую известную группу созвездий оно входит? В каком (хотя бы приблизительно) месяце его нельзя наблюдать на небе ни на одной широте и почему?

**Решение:**

Созвездиями называются участки, на которые поделена небесная сфера для удобства ориентирования на ней. Типичной ошибкой является то, когда созвездием называют широко известный астеризм.

На иллюстрации, очевидно, изображены Близнецы, отлично видны два человеческих «скелета».

Близнецы входят в группу зодиакальных созвездий, через которые проходит линия эклиптики.

Поскольку Близнецы лежат на эклиптике, в определенный период года (в наше время — с 20 июня по 20 июля) через это созвездие проходит Солнце, соответственно, в этот период наблюдать на небе его невозможно. Однако участник может с аналогичным обоснованием привести другой ответ: с 21 мая по 21 июня (приблизительно), ссылаясь на даты, привязанные к соответствующему знаку Зодиака в астрологии. Считаю, что ответ при правильном обосновании можно принять, но при этом следует неким образом сигнализировать участнику о необходимости уточнения некоторых фактов, являющихся частью обыденных знаний (или заблуждений).

**Критерии оценивания:**

- корректно (возможно, в свободной формулировке) дано определение созвездия **(2 балла)**;
- определено созвездие Близнецов на иллюстрации **(2 балла)**;
- дан верный ответ принадлежности Близнецов к группе зодиакальных созвездий **(2 балла)**;
- обоснован ответ о невозможности наблюдения Близнецов, когда Солнце проходит через это созвездие. **(2 балла)**.

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 2**

Какова минимальная и максимальная высота Солнца в Сыктывкаре (широта Сыктывкара  $61^{\circ} 40'$ )?

**Решение:**

Солнце в Сыктывкаре всегда кульминирует к югу от зенита, значит можно воспользоваться обычной формулой для высоты светила в верхней кульминации:

$$h = 90^{\circ} - \varphi + \delta,$$

где  $\delta$  – склонение звезды (в наше случае — Солнца),  $\varphi$  – широта места наблюдения.

Учитывая, что склонение Солнца при положении на минимальной и максимальной высоте равно  $\pm 23^{\circ} 26'$ , то, вычисляя, получаем:

$$h_{\min} = 4^{\circ} 54'$$

$$h_{\text{max}} = 51^{\circ} 26'.$$

**Критерии оценивания:**

- указано, что обе кульминации Солнца происходят к югу от зенита (1 балл);
- приведена формула для вычисления высоты светила в верхней кульминации (2 балла);
- верно указаны значения склонения Солнца для кульминаций на минимальной и максимальной высотах (2 балла);
- верно выполнены вычисления (3 балла).

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 3**

Французский астроном и «охотник за кометами» Шарль Мессье в 1774 году издал каталог туманных объектов, описывающий самые яркие объекты неба, которые при наблюдениях можно спутать с кометами. В него входят галактики, туманности, звездные скопления (например, объект каталога М42 — туманность Ориона). А как определить, является ли объект кометой или туманностью?

**Решение**

Отличить кометы можно, фиксируя их движение на фоне звезд в течение нескольких наблюдательных ночей. Туманности (тем более — галактики) являются далекими объектами, так что за разумное время наблюдений их движение на небесной сфере зафиксировать невозможно.

**Критерии оценивания:**

- дан верный ответ с неверным или неполным обоснованием (2 балла);
- дан верный ответ с полным обоснованием (6 баллов);

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 4**

Вычислите, на каком расстоянии от Земли находится точка, в которой притяжение Земли и Луны одинаковы. Примите расстояние между ними равным 60 радиусам Земли, а отношение масс 1:81. Может ли космический корабль зависнуть в этой точке без движения?

**Решение:**

Пусть расстояние этой точки от Земли  $r$ , а от Луны  $(60 - r)$ . Тогда согласно закону всемирного тяготения (в единицах массы Земли и расстояния между Землей и Луной) имеем:

$$1 / (60 - r)^2 = 81 / r^2,$$

Откуда, решив квадратное уравнение, находим:  $r_1 = 54$ ,  $r_2 = 67.5$ , то есть, первая точка находится между Землей и Луной, вторая — расположена дальше Луны. Во второй точке силы притяжения со стороны Луны и Земли равны, но направлены в одну сторону.

В первой точке космический корабль может кратковременно ощутить состояние с нулевым ускорением, однако из-за движения Луны в следующий момент времени он покинет эту точку.

**Критерии оценивания:**

- записано уравнение закона всемирного тяготения для притяжения со стороны Земли и Луны (2 балла);
- верно решено уравнение, получены две точки (2 балла);
- вторая точка отброшена как неудовлетворяющая условию равновесия (2 балла);
- верный вывод о невозможности кораблю зависнуть в точке (2 балла).

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 5**

22 июня вы ехали по ровной дороге на север. Вдруг вас ослепил солнечный блик от ветрового стекла идущего навстречу автомобиля. Это было ровное стекло, наклоненное под углом  $30^\circ$  к вертикали. В какое время суток это случилось? Какова была высота Солнца? На какой приблизительно широте это произошло?

**Решение:**

Будем считать, что отраженный луч шел горизонтально, а угол падения луча равен углу отражения. Тогда получаем высоту Солнца:  $30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$ .

Мы едем на север, значит, Солнце в стороне юга, т.е. вблизи верхней кульминации, время около полудня. В этот день высота Солнца над небесным экватором  $23.5^\circ$ , значит, высота экватора над горизонтом  $60^\circ - 23.5^\circ = 36.5^\circ$ . Отсюда широта места наблюдения  $90^\circ - 36.5^\circ = 53.5^\circ$

**Критерии оценивания:**

- сделан поясняющий рисунок, указано, что угол падения равен углу отражения (2 балла);
- определено время суток (2 балла);
- определена высота Солнца (2 балла);
- оценена широта места наблюдения (2 балла).

**Максимум – 8 баллов.**

**Задача 6**

При взрыве сверхновой звезда сбросила оболочку, масса которой составляла 70% ее массы до взрыва. Сохранится ли планетная система, обращающаяся вокруг остатка этой звезды?

**Решение:**

Сравним между собой первую космическую скорость на расстоянии  $R$  от звезды до ее взрыва, когда она имела массу  $M$ , и после взрыва, когда ее масса стала равна  $0.3M$ .

$$(V_1)^2 = GM / R$$

$$(V_2)^2 = 0.6 GM / R.$$

Видно, что  $V_1 > V_2$ .

Известно, что сброс оболочки сверхновой происходит со скоростью, многократно превышающей возможную скорость движения планет по орбите, поэтому планеты «почувствуют» как бы мгновенное уменьшение массы звезды. Те объекты планетной системы, чья скорость была близка к  $V_1$ , изначально двигавшиеся по круговым орбитам, перейдут на орбиты гиперболические и покинут звезду.

**Критерии оценивания:**

- записана формула для первой космической скорости звезды в изначальном состоянии (**2 балла**);
- записана формула для первой космической скорости звезды в изначальном состоянии (**2 балла**);
- сделан правильный вывод о переходе звезд с круговых орбит на гиперболические при быстром изменении масс звезды (**4 балла**).

**Максимум – 8 баллов.**