

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по астрономии для 8–9 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 48

### Задание № 1

---

#### Общее условие:

Вам представлен список некоторых созвездий небосвода Земли. Выберите те созвездия, названия которых определяют живых существ (реальных или мифических), способных летать:

#### Варианты ответов:

- Андромеда
- Лебедь
- Насос
- Муха
- Лисичка
- Орел
- Орион
- Павлин
- Стрела
- Пегас
- Секстант
- Тукан

#### Правильный ответ:

- Лебедь
- Муха
- Орел
- Павлин
- Пегас
- Тукан

Каждый правильный выбор — 1 балл

**Максимальный балл за задание — 6 баллов**

*Решение.*

Очевидно, названия созвездий Лебедь, Муха, Орел, Павлин, Пегас, Тукан олицетворяют живых существ (реальных или мифических), способных летать.

**Условие:**

Какие из выбранных вами в предыдущем вопросе созвездий проецируются (полностью или большей частью) на Млечный Путь и лучше всего видны летней ночью с территории Российской Федерации?

**Варианты ответов:**

- Андромеда
- Лебедь
- Насос
- Муха
- Лисичка
- Орел
- Орион
- Павлин
- Стрела
- Пегас
- Секстант
- Тукан

**Правильный ответ:**

- Лебедь
- Орел

Каждый правильный выбор — 1 балл

**Максимальный балл за задание — 2**

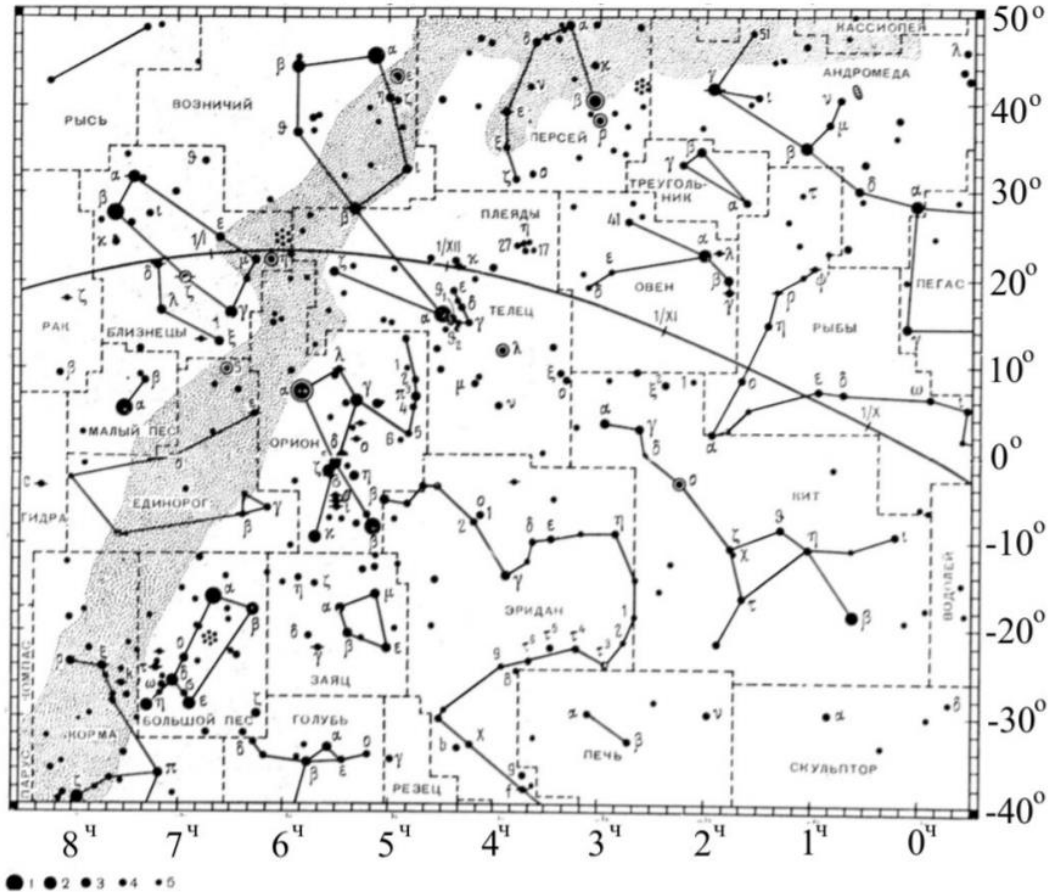
*Решение.*

С использованием карты звездного неба можно легко убедиться в том, что именно созвездия Лебедь и Орел проецируются (полностью или их большая часть) на Млечный путь. Данные созвездия лучше всего видны летней ночью с территории Российской Федерации, поскольку именно в этот сезон они находятся в наивысшем положении над горизонтом вблизи полуночи.

## Задание № 2.1

### Общее условие:

На рисунке представлена карта, отображающая участок звездного неба.



### Условие:

Укажите, в каком созвездии будет видна Солнечная система для гипотетического наблюдателя, находящегося в окрестности Артура, координаты которого, определенные у поверхности Земли, равны  $\alpha_* = 14^h 16^m$ ,  $\delta_* = +19^\circ 11'$

### Варианты ответов:

- Андромеда
- Большой Пес
- Водолей
- Голубь
- Единорог
- Заяц
- Кит
- Корна

- Овен
- Орион
- Персей
- Рыбы
- Скульптор
- Треугольник
- Эридан

**Правильный ответ:**

- Кит

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

В какое время года условия наблюдений данного созвездия в РФ являются наилучшими?

**Варианты ответов:**

- Зима
- Весна
- Лето
- Осень

**Правильный ответ:**

- Осень

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Согласно условию задачи, экваториальные координаты Арктика, определенные у поверхности Земли, есть –  $\alpha_* = 14^h 16^m$ ,  $\delta_* = +19^\circ 11'$ . Если посмотреть из окрестности Арктика на Солнечную систему, то последняя будет видна в диаметрально противоположной точке небесной сферы (по отношению к положению данной звезды), координаты которой очевидно будут

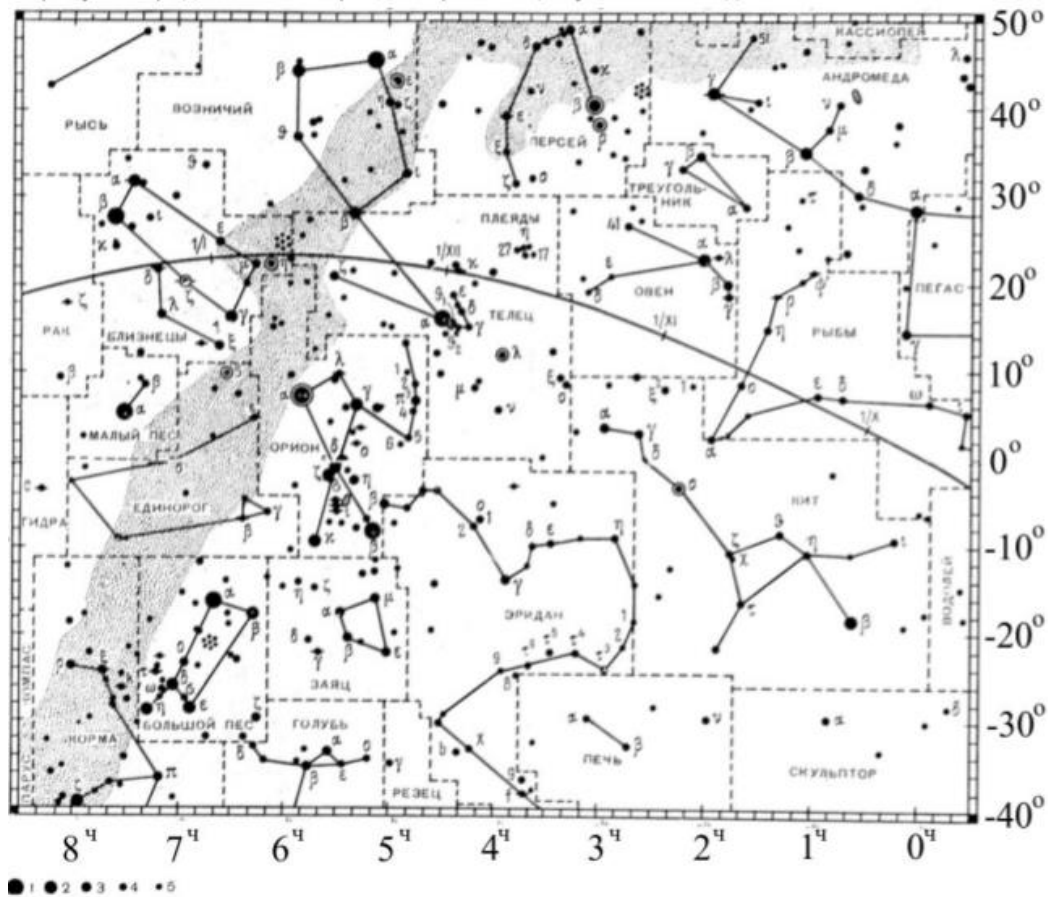
$$a_{ss} = \alpha_* - 12^h = 2^h 16, \delta_{ss} = -\delta_* = -19^\circ 11'$$

Согласно карте звездного неба, эта точка принадлежит созвездию Кита. Последнее созвездие, очевидно, лучше всего видно осенью, поскольку оно расположено непосредственно под созвездиями Рыбы и Овен, которые проходит Солнце весной, и которые лучше всего видны в ночное время осенью.

## Задание № 2.2

### Общее условие:

На рисунке представлена карта, отображающая участок звездного неба.



Укажите, в каком созвездии будет видна Солнечная система для гипотетического наблюдателя, находящегося в окрестности Веги, координаты которого, определённые у поверхности Земли, равны  $\alpha_* = 18^{\text{h}}40^{\text{m}}$ ,  $\delta_* = +39^\circ$ .

### Варианты ответов:

- Андромеда
- Большой Пес
- Водолей
- Голубь
- Единорог
- Заяц
- Кит
- Корма

- Овен
- Орион
- Персей
- Рыбы
- Скульптор
- Треугольник
- Эридан

**Правильный ответ:**

- Корма

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

В какое время года условия наблюдений данного созвездия в РФ являются наилучшими?

- Зима
- Весна
- Лето
- Осень

**Правильный ответ:**

- Зима

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Согласно условию задачи, экваториальные координаты Веги, определенные у поверхности Земли, есть  $\alpha_* = 18^h 40^m$ ,  $\delta_* = +39^\circ$ . Если посмотреть из окрестности Веги на Солнечную систему, то последняя будет видна в диаметрально противоположной точке небесной сферы (по отношению к положению данной звезды), координаты которой очевидно будут

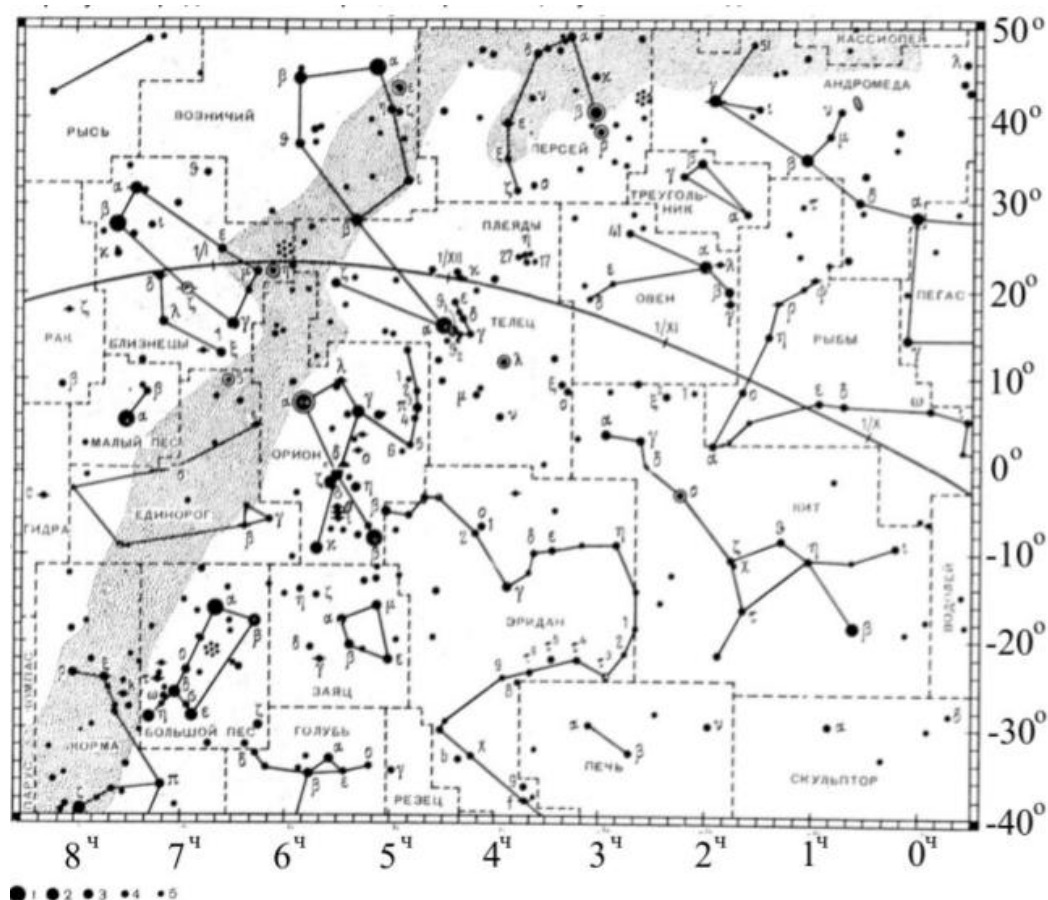
$$\alpha_{SS} = \alpha_* - 12^h = 6^h 40^m, \delta_{SS} = -\delta_* = -39^\circ 11'.$$

Согласно карте звездного неба, эта точка принадлежит созвездию Кормы. Последнее созвездие, очевидно, лучше всего видно зимой, поскольку оно расположено непосредственно под созвездиями Близнецы и Рак, которые проходит Солнце летом, и которые лучше всего видны в ночное время зимой.

## Задание № 2.3

### Общее условие:

На рисунке представлена карта, отображающая участок звездного неба.



### Условие:

Укажите, в каком созвездии будет видна Солнечная система для гипотетического наблюдателя, находящегося в окрестности Альтаира, координаты которого, определенные у поверхности Земли, равны  $\alpha_* = 19^h 50^m$ ,  $\delta_* = +9^\circ$ .

### Варианты ответов:

- Андромеда
- Большой Пес
- Водолей
- Голубь
- Единорог
- Заяц
- Кит
- Корна

- Овен
- Орион
- Персей
- Рыбы
- Скульптор
- Треугольник
- Эридан

**Правильный ответ:**

- Единорог

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

В какое время года условия наблюдений данного созвездия в РФ являются наилучшими?

**Варианты ответов:**

- Зима
- Весна
- Лето
- Осень

**Правильный ответ:**

- Зима

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Согласно условию задачи, экваториальные координаты Альтаира, определенные у поверхности Земли, есть  $\alpha_* = 19^h 50^m$ ,  $\delta_* = +9^\circ$ . Если посмотреть из окрестности Альтаира на Солнечную систему, то последняя будет видна в диаметрально противоположной точке небесной сферы (по отношению к положению данной звезды), координаты которой очевидно будут

$$\alpha_{SS} = \alpha_* - 12^h = 7^h 50^m, \delta_{SS} = -\delta_* = -9^\circ.$$

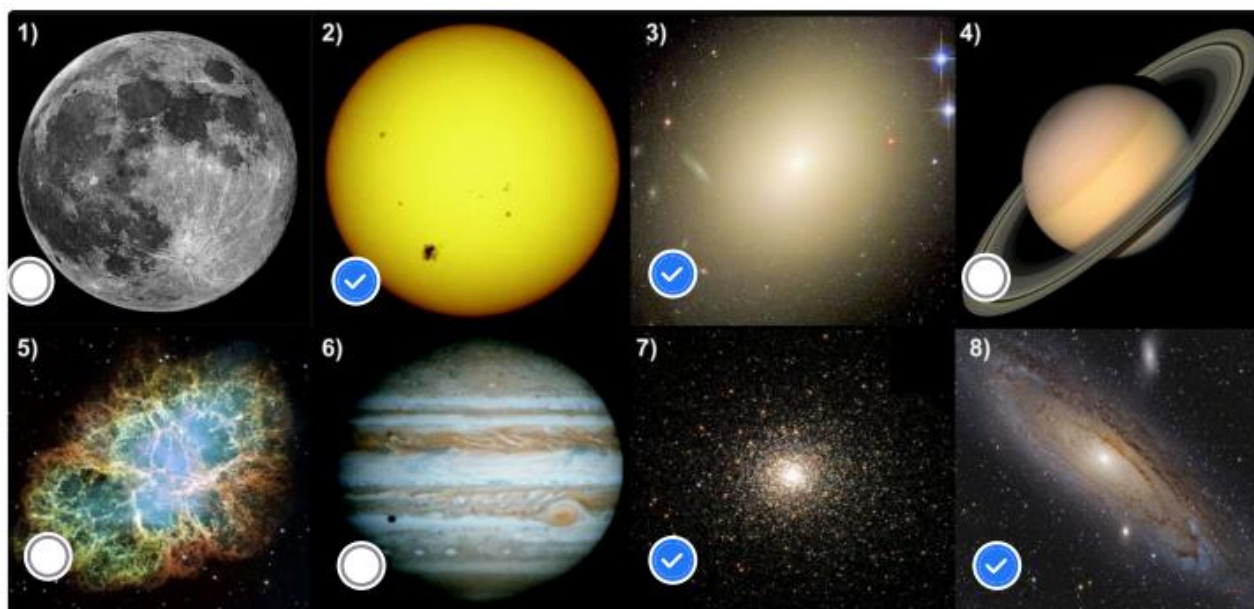
Согласно карте звездного неба, эта точка принадлежит созвездию Единорог. Последнее созвездие, очевидно, лучше всего видно зимой, поскольку оно расположено непосредственно под созвездиями Близнецы и Рак, которые проходит Солнце летом, и которые лучше всего видны в ночное время зимой.



### Задание № 3

#### Общее условие:

Выберите все рисунки, на которых содержатся обычные звезды или присутствуют объекты, состоящие, главным образом, из обычных звезд:



#### Условие:

Расположите номера всех приведенных объектов в порядке увеличения их линейных размеров. Ответ представьте в виде последовательности цифр (например, 123456).

**Правильный ответ:** 16425783

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

#### Решение.

Очевидно, на рис. 2) представлено Солнце, которое можно смело назвать обычной звездой; на рис. 3) представлена гигантская эллиптическая галактика M87, содержащая более триллиона обычных звезд. На рис. 7) представлено шаровое скопление M 13, содержащее несколько сотен тысяч обычных звезд и, наконец, на рис. 8) представлена спиральная галактика Туманность Андромеды, которая содержит около триллиона обычных звезд. Т.о., имеем последовательность цифр вида:

2, 3, 7, 8.

Все представленные объекты в порядке увеличения их размеров можно представить следующей последовательностью: 1) Луна (диаметр составляет 3476 км), 6) Юпитер

(диаметр планеты –143 тыс. км), 4) Сатурн (диаметр планеты вместе с кольцами, представленными на рисунке, составляет 273.55 тыс. км), 2) Солнце (1.39 млн. км), 5) Крабовидная туманность, остаток сверхновой звезды (наибольший диаметр  $\approx 3.5$  пк), 7) Шаровое скопление М 13 (диаметр скопления составляет 44.5 пк), 8) спиральная галактика Туманность Андромеды (диаметр галактики оценивается в 62 тыс. пк), 3) эллиптическая галактика М 87 (ее диаметр составляет около 300 тыс. пк). Т.о. получаем следующую последовательность цифр:

1, 6, 4, 2, 5, 7, 8, 3.

## Задание № 4.1

---

### Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) экваториальной звезды (с нулевым склонением), находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Самаре ( $\varphi_S = 53^\circ$ )? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

### Условие:

Астрономический азимут,  $^\circ$ :

**Правильный ответ: 0**

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### Условие:

Зенитное расстояние,  $^\circ$ :

**Правильный ответ: 53**

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### Решение.

Как известно, зенитное расстояние светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением вида:

$$z = \varphi - \delta_* = 53^\circ - 0^\circ = 53^\circ,$$

здесь учтено, что склонение экваториальной звезды  $\delta_* = 0^\circ$ . Поскольку звезда находится в верхней кульминации, следовательно, она расположена в плоскости небесного меридиана, который проходит через точку юга. Последняя служит началом отсчета азимута светила, следовательно, азимут звезды равен нулю, т.е.  $A_* = 0^\circ$ .

## Задание № 4.2

---

### Общее условие:

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) экваториальной звезды (с нулевым склонением), находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Москве ( $\varphi_S = 56^\circ$ )? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

### Условие:

Астрономический азимут,  $^\circ$ :

**Правильный ответ: 0**

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### Условие:

Зенитное расстояние,  $^\circ$ :

**Правильный ответ: 56**

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

### Решение.

Как известно, зенитное расстояние светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением вида:

$$z = \varphi - \delta_* = 56^\circ - 0^\circ = 56^\circ,$$

здесь учтено, что склонение экваториальной звезды  $\delta_* = 0^\circ$ . Поскольку звезда находится в верхней кульминации, следовательно, она расположена в плоскости небесного меридиана, который проходит через точку юга. Последняя служит началом отсчета азимута светила, следовательно, азимут звезды равен нулю, т.е.  $A_* = 0^\circ$ .

### Задание № 4.3

---

**Общее условие:**

Чему равны горизонтальные координаты (астрономический азимут и зенитное расстояние) экваториальной звезды (с нулевым склонением), находящейся в верхней кульминации, для наблюдателя в г. Санкт–Петербурге ( $\varphi_S = 60^\circ$ )? Ответ выразите в градусах и впишите в соответствующие ячейки в числовом виде (например, 11).

**Условие:**

Астрономический азимут,  $^\circ$ :

**Правильный ответ:** 0

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Условие:**

Зенитное расстояние,  $^\circ$ :

**Правильный ответ:** 60

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

*Решение.*

Как известно, зенитное расстояние светила в верхней кульминации к югу от зенита определяется выражением вида:

$$z = \varphi - \delta_* = 60^\circ - 0^\circ = 60^\circ,$$

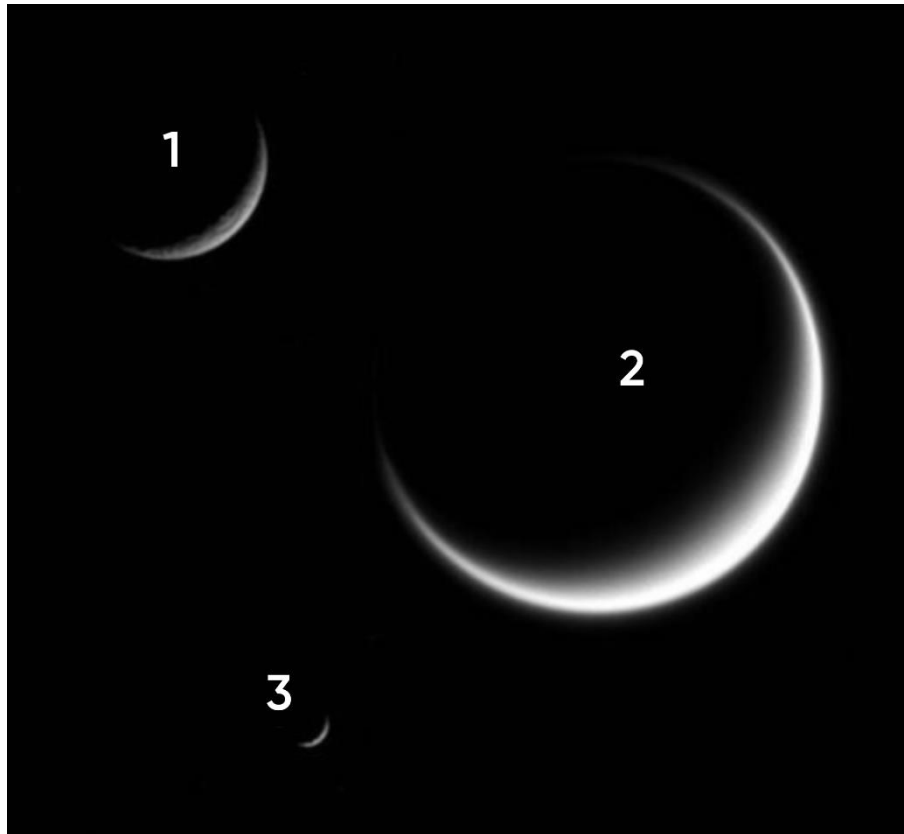
здесь учтено, что склонение экваториальной звезды  $\delta_* = 0^\circ$ . Поскольку звезда находится в верхней кульминации, следовательно, она расположена в плоскости небесного меридиана, который проходит через точку юга. Последняя служит началом отсчета азимута светила, следовательно, азимут звезды равен нулю, т.е.  $A_* = 0^\circ$ .

## Задание № 5

---

### Общее условие:

В июне 2015 года космическая станция «Кассини» получила уникальную фотографию, на которой одновременно запечатлены три спутника Сатурна – Рея, Титан и Мимас – с малыми фазами (см. рисунок). Определите, какой из данных спутников Титан.



**Правильный ответ: 2**

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

*Решение.*

На фотографии отчетливо видно, что "серпы" спутников 1 и 3 подобны по форме друг другу и сильно различаются по форме от "серпа" второго спутника. У последнего длина "рогов серпа" существенно больше. Это объясняется иным характером взаимодействия солнечного света с поверхностью спутника. Как известно, Титан – это единственный спутник Сатурна, у которого обнаружена плотная атмосфера. Именно рассеяние света в атмосфере спутника приводит к удлинению рогов серпа. Т.о., спутник под номером 2 – Титан. Важно отметить, что данный феномен давно известен и наблюдается у Венеры по тем же причинам.

**Условие:**

В 2007 году на поверхности Титана, с помощью зонда «Кассини», было обнаружено крупнейшее углеводородное море – море Кракена. По данным радарных исследований его глубина не менее 200 м. Средняя плотность углеводородной жидкой фазы –  $0.52 \text{ г/см}^3$ . Определите во сколько раз минимальное давление на дне моря Кракена больше нормального атмосферного давления на Земле ( $p_0 = 101\,325 \text{ Па}$ ). Следует принять во внимание, что спутник имеет азотно–метановую атмосферу, давление которой у его поверхности равно  $146.7 \text{ кПа}$ , а ускорение свободного падения –  $1.352 \text{ м/с}^2$ . Ответ округлите до сотых.

**Правильный ответ:** принимается значение в диапазоне [2,79; 2,89]

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

*Решение.*

Заметим, что минимальное значение глубины углеводородного моря  $h = 200 \text{ (м)}$  много меньше радиуса спутника, следовательно, можно пренебречь зависимостью ускорения свободного падения спутника от глубины и считать его постоянной величиной в любой точке моря. Следовательно, давление на дне моря можно представить в виде:

$$p = p_a + \rho g_T h,$$

здесь  $p_a$  – давление атмосферы спутника у его поверхности;  $\rho = 0.52 \text{ г/см}^3$  – плотность углеводородной жидкости,  $g_T$  – ускорение свободного падения у поверхности спутника. В результате давление на дне моря есть  $p = 288000 \text{ Па} = 2.84 p_0$ . Следовательно, давление на дне моря в **2.84** раза больше нормального атмосферного давления на Земле. С учетом процедуры округления в промежуточных вычислениях ответ может быть числом из интервала [2.79, 2.89].

## Задание № 6.1

---

### Условие:

Плоскость суточной параллели любого светила всегда параллельна плоскости...

### Варианты ответов:

- небесного экватора
- небесного меридиана
- математического горизонта
- первого вертикала
- эклиптики
- круга широты

### Правильный ответ:

- небесного экватора

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Согласно определению, суточная параллель – это малый круг небесной сферы, плоскость которого параллельна плоскости небесного экватора.

### Условие:

В какой созвездии расположен северный полюс эклиптики?

### Варианты ответов:

- Большая Медведица
- Малая Медведица
- Кассиопея
- Дракон
- Золотая Рыба
- Рыбы

### Правильный ответ:

- Дракон

**Точное совпадение ответа — 2 балла**



*Решение.*

Из курса астрометрии известно, что северный полюс эклиптики расположен в созвездии Дракона.

**Условие:**

Сопоставьте возможные значения склонения Солнца с его характерными точками на эклиптике. Значения могут быть использованы повторно или не использоваться вовсе.

**Варианты для соотнесения:**

+23° 26 '	Точка весеннего равноденствия
-23° 26 '	Точка осеннего равноденствия
+0° 00 '	Точка летнего солнцестояния
+05° 06 '	Точка зимнего солнцестояния

**Правильный ответ:**

- +23° 26 ' — Точка летнего солнцестояния
- 23° 26 ' — Точка зимнего солнцестояния
- +0° 00 ' — Точка весеннего равноденствия, Точка осеннего равноденствия

*Решение.*

Как известно, склонение Солнца ( $\delta_{\odot}$ ) в течение года изменяется в интервале:

$$-23^{\circ}26' \leq \delta_{\odot} \leq +23^{\circ}26'.$$

Наибольшего положительного значения склонение Солнца достигает в день летнего солнцестояния, а наименьшего значения в день зимнего солнцестояния. Следовательно, имеем следующие пары: +23°26' – точка летнего солнцестояния, -23°26' – точка зимнего солнцестояния. В дни весеннего и осеннего равноденствий Солнце пересекает экватор, и, следовательно, его склонение равно нулю. В итоге получаем еще одно соответствие: +0°00' – точка весеннего равноденствия, точка осеннего равноденствия. Позиция 4 первого столбца не имеет соответствующей пары из второго столбца.

## Задание № 6.2

---

### Условие:

Плоскость альмукантарата небесного тела всегда параллельна плоскости...

### Варианты ответов:

- небесного экватора
- небесного меридиана
- математического горизонта
- первого вертикала
- эклиптики
- круга широты

### Правильный ответ:

- математического горизонта

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Согласно определению, альмукантарат – это малый круг небесной сферы, плоскость которого параллельна плоскости математического горизонта.

### Условие:

В каком созвездии расположен южный полюс эклиптики?

### Варианты ответов:

- Большая Медведица
- Малая Медведица
- Кассиопея
- Дракон
- Золотая Рыба
- Рыбы

### Правильный ответ:

- Золотая Рыба

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

*Решение.*

Из курса астрометрии известно, что южный полюс эклиптики расположен в созвездии Золотая Рыба.

**Условие:**

Сопоставьте возможные значения склонения Солнца с характерными датами, в которые эти значения достигаются. Значения могут быть использованы повторно или не использоваться вовсе.

**Варианты для соотнесения:**

+23° 26 '	21–22 декабря
–23° 26 '	20–21 июня
+0° 00 '	22–23 сентября
+15° 06 '	20–21 марта

**Правильный ответ:**

- +23° 26 ' — 20–21 июня.
- 23° 26 ' — 21–22 декабря.
- +0° 00 ' — 22–23 сентября, 20–21 марта.

*Решение.*

Как известно, склонение Солнца ( $\delta_{\odot}$ ) в течение года изменяется в интервале:

$$-23^{\circ}26' \leq \delta_{\odot} \leq +23^{\circ}26'.$$

Наибольшего положительного значения склонение Солнца достигает в день летнего солнцестояния (20 - 21 июня), а наименьшего значения в день зимнего солнцестояния (21 - 22 декабря). Следовательно, имеем следующие пары: +23°26' – 20-21 июня, –23°26' – 21-22 декабря. В дни весеннего (20–21 марта) и осеннего (22–23 сентября) равноденствий Солнце пересекает экватор, и, следовательно, его склонение равно нулю. В итоге получаем еще одно соответствие: +0°00' – 22-23 сентября, 20–21 марта. Позиция 4 первого столбца не имеет соответствующей пары из второго столбца.