

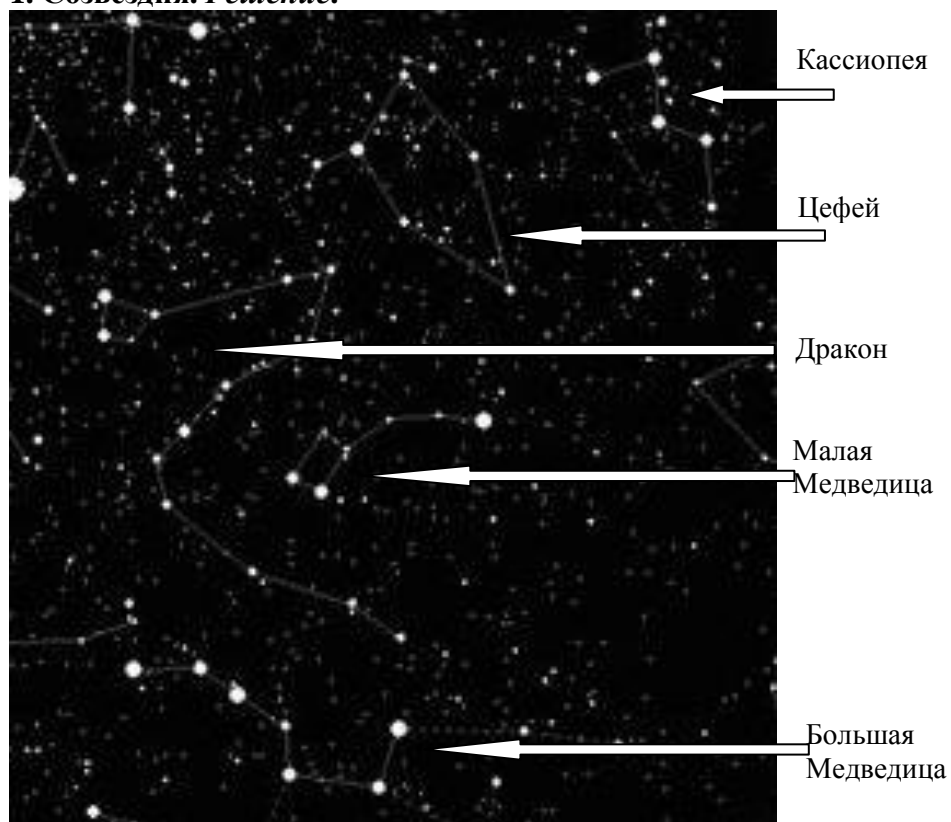
**XXIX РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ  
XIX ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ и КОСМОНАВТИКЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
2020-2021 УЧ. ГОД МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**7 КЛАСС**

**1. Созвездия (8 баллов).** Дан участок картины звёздного неба. Напишите названия созвездий, которые Вы нашли на карте и стрелками на этом листе укажите, где эти созвездия находятся. **НЕ ПОДПИСЫВАЙТЕ ЭТОТ ЛИСТОК, НО НЕ ЗАБУДЬТЕ ВЛОЖИТЬ ЕГО В СВОЮ ТЕТРАДЬ**



**1. Созвездия. Решение.**



**1. Созвездия. Критерии оценки.**

За верно указанное первое созвездие

3 балла,

За верно указанное второе созвездие

2 балла

За каждое последующее верно указанное созвездие добавлять по 1 баллу.

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы

**2.1.** (2 балла) Что является объективом в телескопе-рефлекторе? **2.2.** (2 балла) Известно, что Луна обращается вокруг Земли. Вращается ли Луна вокруг своей оси? **2.3.** (2 балла) Сколько звёзд в Солнечной системе? **2.4.** (2 балла) Сколько планет в Солнечной системе? Перечислите их по мере удаления от Солнца

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Ответы.** **2.1.** Вогнутое зеркало. **2.2.** Да, период вращения Луны вокруг своей оси равен периоду её обращения вокруг Земли. **2.3.** Одна, Солнце **2.4.** 8 планет. Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Критерии.** При полном ответе на каждый вопрос ставить 2 балла. По 1 баллу ставить, если **2.1.** Указано только «зеркало». **2.2.** Нет уточнения о равенстве периодов. **2.3. – 2.4.** Если ошибка с одной-двумя планетами.

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы

**3.1.** (2 балла) На какой из планет земной группы сила притяжения человека приблизительно такая же, как на Земле? **3.2.** (2 балла) Почему на Луне след от ноги человека сохраняется значительно больше, чем на Земле? **3.3.** (2 балла) Сириус, Капелла, Гемма, Титан, Денеб. Какой из перечисленных объектов принадлежит к иному классу небесных тел, чем остальные? **3.4.** (2 балла) Какая из галактик к нам ближе? Туманность Андромеды или Большое Магелланово облако?

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Ответы** **3.1.** На Венере, эта планета по массе и по размерам близка к Земле ( $8,9 \frac{M}{c^2}$ ). **3.2.** На Луне нет атмосферы, нет дождей и ветров, разрушающих эти следы. **3.3.** Титан лишний, т.к. это спутник планеты, остальные звёзды. **3.4.** Ближе к нам находится Большое Магелланово облако, которое является спутником нашей Галактики.

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Критерии оценки.**

Правильный ответ с обоснованием 2 балла, без обоснования 1 балл. И не надо ждать от учащихся обоснований, точно совпадающих с авторскими. Достаточно небольшого разумного объяснения.

**4. Свет Марса** (8 баллов) Скорость света в вакууме 300 000 км/с. Одна астрономическая единица равна 150 млн. км. Расстояние от Марса до Солнца приблизительно равно 1,5 астрономических единиц. За какой минимальный интервал времени дойдёт до Земли луч света, отразившийся от Марса? Приведите запись своих расчётов.

**4. Свет Марса. Решение.**

1) Минимальное расстояние между Землёй и Марсом бывает 0,5 а.е.,

2) т.е. 75 млн км.

3) Время достижения света от Марса до Земли получается 250 с, т.е. приблизительно 4 мин.

**4. Свет Марса. Критерии оценки.**

За 1) ставить 2 балла, за 2) ставить 2 балла, за 3) ставить 4 балла.

**5. Ралли** (8 баллов) Можно ли ожидать, что в будущем пройдут автомобильные гонки на планете Уран. Ответ поясните.

**5. Ралли. Решение.** Нет, т.к. Уран является газовой планетой, не имеющей твёрдой поверхности.

**5. Ралли Критерии оценки.** Ответ «Нет» без обоснования 1 балл. Если есть обоснование, то 8 баллов. Если будет развита мысль, что возможно на Уране будет создана специальная платформа, по которой и смогут ездить автомобили, то ставить до 8 баллов. Пусть фантазируют.

**6. По диску Солнца** (8 баллов) Укажите планеты, которые можно наблюдать в моменты прохождения их на фоне диска Солнца. Ответ поясните.

**6. По диску Солнца. Решение.** На фоне диска Солнца можно наблюдать Меркурий и Венеру, т.к. радиусы орбит этих планет меньше радиуса орбиты Земли.

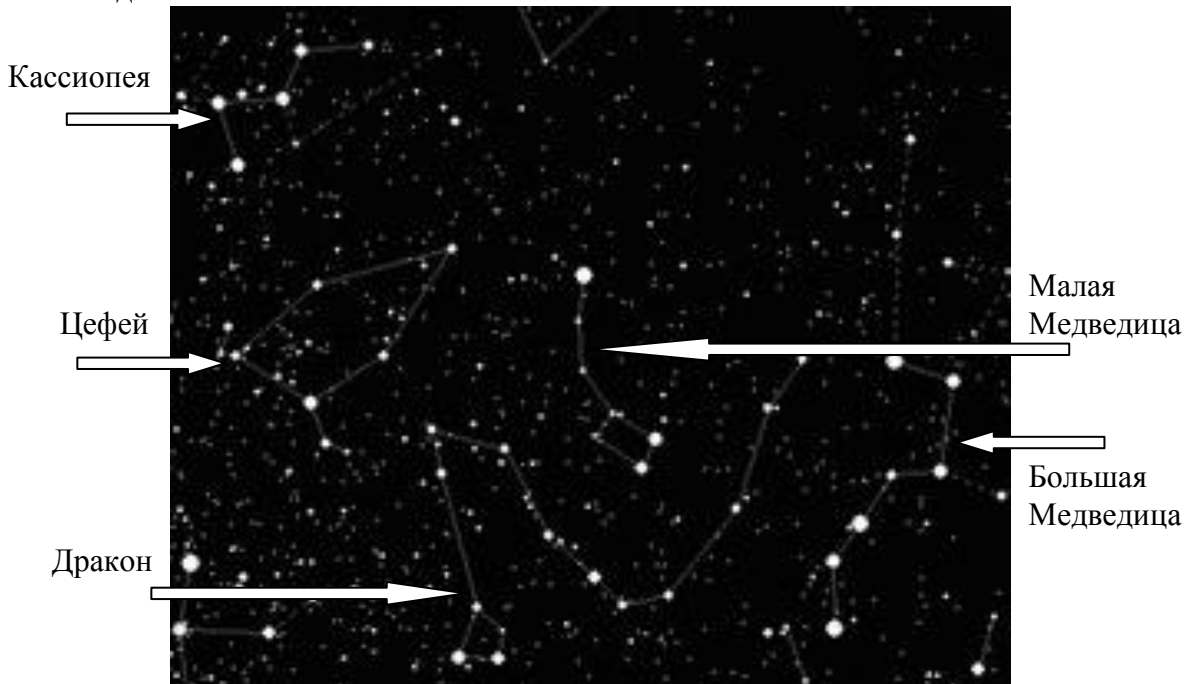
**6. По диску Солнца. Критерии оценки.** Если правильно указана только одна планета, то ставить 4 балла при наличии обоснования. Без обоснования ставить за каждый правильный ответ только по 1 баллу.

**XXIX РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ  
XIX ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ и КОСМОНАВТИКЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
2020-2021 УЧ. ГОД МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
8 КЛАСС**

**1. Созвездия** (8 баллов). Дан участок картины звёздного неба. Напишите названия созвездий, которые Вы нашли на карте и стрелками на этом листе укажите, где эти созвездия находятся. **НЕ ПОДПИСЫВАЙТЕ ЭТОТ ЛИСТОК, НО НЕ ЗАБУДЬТЕ ВЛОЖИТЬ ЕГО В СВОЮ ТЕТРАДЬ**



**1. Созвездия. Решение**



**1. Созвездия. Критерии**

За верно указанное первое созвездие 3 балла,

За верно указанное второе созвездие 2 балла

За каждое последующее верно указанное созвездие добавлять по 1 баллу.

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы

**2.1.** (2 балла) Что является объективом в телескопе-рефлекторе? **2.2.** (2 балла) Известно, что Луна обращается вокруг Земли. Вращается ли Луна вокруг своей оси? **2.3.** (2 балла) Назовите несколько крупных объектов из главного пояса астероидов. **2.4.** (2 балла) Сколько планет в Солнечной системе? Перечислите их по мере их приближения к Солнцу.

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Ответы.**

**2.1.** Вогнутое зеркало. **2.2.** Да, период вращения Луны вокруг своей оси равен периоду её обращения вокруг Земли. **2.3.** Церера, Веста, Паллада, Юнона, Ирида, ... **2.4.** 8 планет. Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике Критерии оценки.** При полном ответе за каждый ответ ставить 2 балла. По 1 баллу ставить, если **2.1.** Указано только «зеркало». **2.2.** Нет уточнения о равенстве периодов. **2.3.** Если назван только один объект (если два и более, то ставить 2 балла). **2.4.** Если ошибка с одной-двумя планетами.

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы

**3.1.** (2 балла) На какой из планет земной группы в Солнечной системе сила притяжения человека приблизительно такая же, как на Земле? **3.2.** (2 балла) Почему на Луне след от ноги человека сохраняется значительно дольше, чем на Земле? **3.3.** (2 балла) Плутон, Веста, Юнона, Паллада, Ирида. Какой из перечисленных объектов лишний в этом списке? **3.4.** (2 балла) Какая из галактик к нам ближе: Туманность Андромеды или Малое Магелланово облако.

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Ответы**

**3.1.** На Венере, эта планета по массе и по размерам близка к Земле ( $8,9 \frac{M}{c^2}$ ). **3.2.** На Луне нет атмосферы, нет дождей и ветров, разрушающих эти следы. **3.3.** Плутон лишний, т.к. это объект из пояса Койпера, а остальные – из главного пояса астероидов. **3.4.** Ближе к нам находится Малое Магелланово облако, которое является спутником нашей Галактики.

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Критерии оценки.**

Правильный ответ с обоснованием 2 балла, без обоснования 1 балл. И не надо ждать от учащихся обоснований, совпадающих с авторскими. Достаточно небольшого разумного объяснения.

**4. Свет Юпитера** (8 баллов) Скорость света в вакууме 300 000 км/с. Одна астрономическая единица (а.е.) равна 150 млн. км. Расстояние от Юпитера до Солнца приблизительно равно 5,2 а.е. За какой минимальный интервал времени дойдёт до Земли луч света, отразившийся от Юпитера?

**4. Свет Юпитера. Решение.**

- 1) Минимальное расстояние между Землёй и Юпитером бывает 4,2 а.е.,
- 2) т.е.  $4,2 \cdot 150$  млн км = 630 млн км.
- 3) Время достижения света от Марса до Земли получается  $630000000 \text{ км} : 300000 \text{ км/с} = 2100 \text{ с} = 35 \text{ мин.}$

**4. Свет Юпитера. Критерии оценки.**

За 1) ставить 2 балла, за 2) ставить 2 балла, за 3) ставить 4 балла.

**5. Вега** (8 баллов). Вега – первая звезда, до которой смогли определить расстояние. Сделал это российский астроном Василий Струве в 1837 году. Видимая звёздная величина Веги 0,03, её абсолютная звёздная величина 0,58. Какому созвездию принадлежит эта звезда? В состав какой навигационной конфигурации входит эта звезда. Приблизительно на каком расстоянии от нас она находится? Поясните, как Вы это нашли?

**5. Вега. Решение** (8 баллов).

1. Вега находится в созвездии Лира.
2. Вега входит в состав осеннее-летнего треугольника (вместе со звёздами Денеб и Альтаир)
- 3.1. Расстояние до Веги можно оценить, если вспомнить, что абсолютная звёздная величина равна видимой звёздной величине звезды, если её наблюдать с расстояния 10 парсек. Можно заметить, что абсолютная и видимая величины Веги приблизительно равны, поэтому расстояние до неё приблизительно 10 пк, учитывая, что абсолютная величина немного больше, то можно сделать вывод, что Вега немного ближе, чем 10 пк. Можно считать, что она приблизительно 8 пк.
- 3.2. Второй вариант вычисления предполагает использование формулы фотометрического параллакса

$$r = 10^{0,2(m-M)+1}$$

Подставляя числовые данные,

$$r = 10^{0,2(0,03-0,58)+1} = 7,76 \text{ пк}$$

**5. Вега. Критерии оценки.**

Ответ на 1 вопрос

2 балла

Ответ на второй вопрос

2 балла

Ответ на третий вопрос (без обоснования или со ссылкой на собственную память)  
Ответ на третий вопрос с обоснованием типа 3.1 или 3.2

1 балл  
4 балла

**6. Кольцо Венеры** (8 баллов). 3 июня 2020 года была получена фотография Венеры окружённой светящимся лимбом (см. фото). В какой конфигурации в этот момент находилась Венера? Каково было расстояние (в километрах) было до неё от Земли? В чём причина появления лимба вокруг Венеры? Какой учёный впервые наблюдал появление лимба у Венеры? Учтите, что среднее расстояние от Земли до Солнца равняется 1 а.е. (150 млн км), а от Венеры до Солнца 0,72 а.е.



**6. Кольцо Венеры. Ответы.**

- 1) Венеры в этот момент находилась в нижнем соединении, т.е. между Солнцем и Землёй.
- 2) 0,28 а.е.
- 3) Появление лимба объясняется наличием у Венеры плотной атмосферы. Лучи Солнца, попадающие на её противоположную от земли сторону преломляются атмосферой и попадают на Землю.
- 4) Михаил Васильевич Ломоносов впервые наблюдал появление лимба в моменты начала пересечения диска Солнца диском Венеры и в момент окончания перемещения Венеры по диску Солнца.

**6. Кольцо Венеры. Критерии оценки.**

За каждый пункт ставить 2 балла.

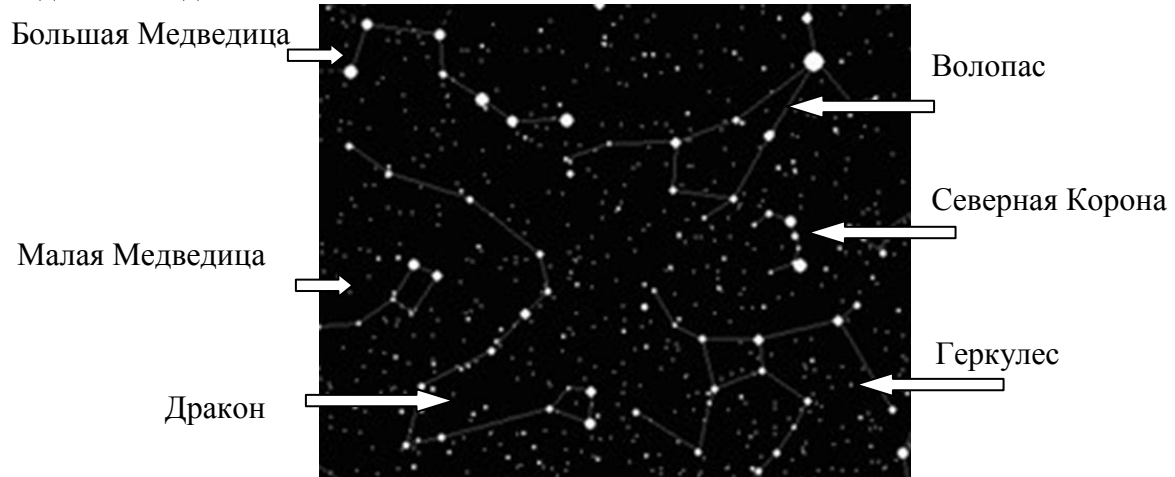
**XXIX РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ  
XIX ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ и КОСМОНАВТИКЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
2020-2021 УЧ. ГОД МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
9 КЛАСС**

**1. Созвездия и звёзды (8 баллов).** Дан участок картины звёздного неба. Напишите названия созвездий, которые Вы нашли на карте и стрелками на этом листе укажите, где эти созвездия находятся. Как называется самая яркая звезда на этой картинке?

**НЕ ПОДПИСЫВАЙТЕ ЭТОТ ЛИСТОК, НО НЕ ЗАБУДЬТЕ ВЛОЖИТЬ ЕГО В ТЕТРАДЬ**



**1. Созвездия и звёзды. Решение.**



**1. Созвездия и звёзды. Критерии оценки.**

За верно указанное первое созвездие 3 балла,

За верно указанное второе созвездие 2 балла

За каждое последующее верно указанное созвездие добавлять по 1 баллу, но общее число баллов не должно превышать 8 баллов.

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы

**2.1.** (2 балла) Что является объективом в телескопе-рефлекторе?. **2.2.** (2 балла) Известно, что Луна обращается вокруг Земли. Вращается ли Луна вокруг своей оси? **2.3.** (2 балла) Назовите несколько крупных объектов из главного пояса астероидов. **2.4.** (2 балла) Сколько планет в Солнечной системе? Перечислите их по мере их приближения к Солнцу

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Ответы.**

**2.1.** Вогнутое зеркало. **2.2.** Да, период вращения Луны вокруг своей оси равен периоду её обращения вокруг Земли. **2.3.** Церера, Веста, Паллада, Юнона, Ирида, ... **2.4.** 8 планет. Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун

**2. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Критерии оценки..**

При полном ответе на каждый вопрос ставить 2 балла. Если в ответе на вопрос 2.4. планеты перечислены в обратном порядке, то оценку не снижать. По 1 баллу ставить, если **2.1.** Указано только «зеркало». **2.2.** Нет уточнения о равенстве периодов. **2.3.** Если назван только один объект (если два и более, то ставить 2 балла). **2.4.** Если ошибка с одной-двумя планетами.

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы  
**3.1.** (2 балла) На какой планете Солнечной системы сила притяжения человека приблизительно такая же, как на Земле? **3.2.** (2 балла) Почему на Луне след от ноги человека сохраняется значительно дольше, чем на Земле? **3.3.** (2 балла) Плутон, Эрида, Хаумеа, Юнона, Седна. Какой из перечисленных объектов лишний в этом списке? **3.4.** (2 балла) Какая из галактик к нам ближе? Туманность Андромеды или Малое Магелланово облако? (Сравниваем расстояние между центрами)?

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Ответы 3.1.** На Венере, эта планета по массе и по размерам близка к Земле ( $8,9 \frac{M}{c^2}$ ). **3.2.** На Луне нет атмосферы, нет дождей и ветров, разрушающих эти следы. **3.3.** Юнона лишний, т.к. это объект из главного пояса астероидов, а остальные – из пояса Койпера. **3.4.** Ближе к нам находится Малое Магелланово облако, которое является спутником нашей Галактики.

**3. Калейдоскоп по астрономии и космонавтике. Критерии.**

Правильный ответ с обоснованием 2 балла, без обоснования 1 балл. И не надо ждать от учащихся обоснований, совпадающих с авторскими. Достаточно небольшого разумного объяснения.

**4. Макемаке** (8 баллов) В одном интернет источнике в статье, посвящённой этой карликовой планете, открытой в 2005 году, было написано следующее предложение: «Сейчас Макемаке постепенно приближается к нашему светилу, но, скорее всего, она доберется до него нескоро – примерно в 2187 году, своего афелия этот карликовый плутоид сможет достичь уже скоро – через 18 лет.» Какая ошибка была допущена автором? (2 балла). Если считать, что приведённые числа верны, то на каком среднем расстоянии от Солнца движется Макемаке по своей орбите?

**4. Макемаке Решение.** 1) Ошибка заключается в том, что если комета движется к афелию, то она удаляется от Солнца, а не приближается к нему. 2) Время до перехода в перигелий приблизительно равно  $2187-2020=167$  лет, до перехода в афелий – 18 лет. следовательно, половина периода обращения кометы равна  $167-18=150$  лет. А период приблизительно равен 300 лет. Согласно

третьему закону Кеплера большую полуось орбиты Макемаке можно найти по формуле  $a = \sqrt[3]{T^2}$ . Получаем приблизительно 45 а.е.

**4. Макемаке Критерии оценки.**

Верно указана ошибка автора 2 балла

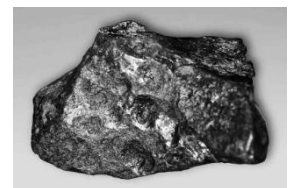
Определён период обращения 2 балла

Найдено значение большой полуоси 3 балла

Указано, что большая полуось равна среднему расстоянию от Макемаке до Солнца ----- 1 балл

За каждую математическую ошибку снижать 2 балла.

**5. Алтайский метеорит** (8 баллов) В этом году в Алтайском крае грибник нашёл метеорит с красноватым отливом. Он имел неправильную плоскую форму габаритами  $10 \times 5 \times 3$  см, и массу 0,53 кг. Оцените его плотность (4 балла). Сделайте предположение, преимущественно из какого вещества он состоит? (4 балла).



**5. Алтайский метеорит. Решение.** При определении объёма учтём, что даны его наибольшие размеры по трём взаимно перпендикулярным направлениям, поэтому объём можно приблизительно найти как произведение габаритных размеров, уменьшенное в полтора раза.

$V = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot \frac{2}{3} = 100$  (см<sup>3</sup>). Плотность равна  $\rho = \frac{m}{V} = 5,3 \frac{г}{см^3}$ . Такая большая плотность говорит о том, что большая часть является металлом. Большинство металлических метеоритов являются железными. Красноватый оттенок может свидетельствовать о наличии оксидов железа (ржавчины). Скорей всего метеорит железный.

**5. Алтайский метеорит. Критерии оценки.**

использование габаритных размеров для оценки объёма --- 2 балла

корректировка объёма за счёт учёта неровностей -----2 балла

нахождение плотности -----2 балла

гипотеза о составе -----2 балла.

Если при оценке получены значения в 2 раза больше или меньше указанных, то оценку не снижать.

Если расхождения более, чем в 2 раза, но менее, чем в 5 раз. то баллы за эти расчёты снизить в два

раза. Не снижать оценку в случае обоснованного предположения об ином составе метеорита. За каждую математическую ошибку снижать 2 балла.

**6. Блеск (8 баллов)** *Теоретические сведения:* Блеск звёзд измеряют в звёздных величинах. Чем меньше звёздная величина звезды, тем она ярче. Если яркость одной звезды **больше** другой приблизительно в 2,5 раза, то видимая звёздная величина первой звезды **меньше** видимой звёздной величины второй на одну звёздную величину. Например, если видимая звёздная величина звезды А равна 3,4 и она приблизительно в 6,25 раз ярче звезды В, то видимая звёздная величина звезды В равна 5,4, т.к.  $6,25=2,5^2$ . *Задание:* Видимая звёздная величина звезды Альтаир составляет 0,77 звёздных величин. Какому созвездию принадлежит эта звезда? (2 балла). Во сколько раз уменьшится яркость этой звезды, если её наблюдать с расстояния в четыре раза большего, чем сейчас? (3 балла) Какой (приблизительно) в этом случае будет видимая звёздная величина Альтаира? (3 балла)

**6. Блеск Решение.** Альтаир – самая яркая звезда из созвездия Орла. При удалении в 4 раза яркость уменьшается в 16 раз.  $16 \approx 2,5^3$ . Значит, видимая звёздная величина Альтаира увеличится на 3, т.е. будет равна 3,77 звёздных величин (приблизительно 4).

**6. Блеск Критерии оценки.**

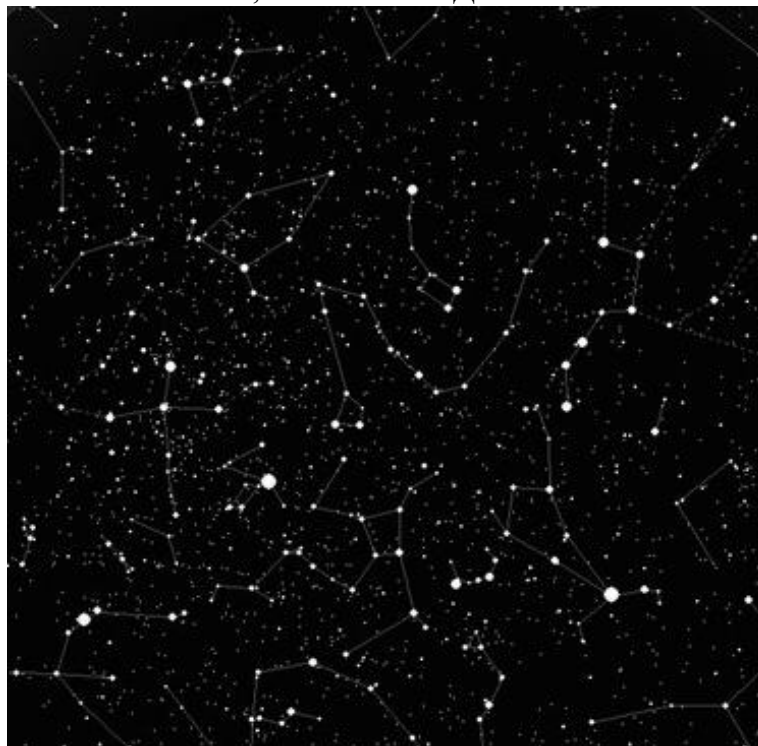
Указание на принадлежность к созвездию Орла	2 балла
Вывод, что яркость уменьшится	1 балл
Вывод, что яркость уменьшится в $4^2$ раз	2 балла
Учёт связи изменения яркости с изменением звёздной величины	1 балл
Вычисление новой звёздной величины	2 балла



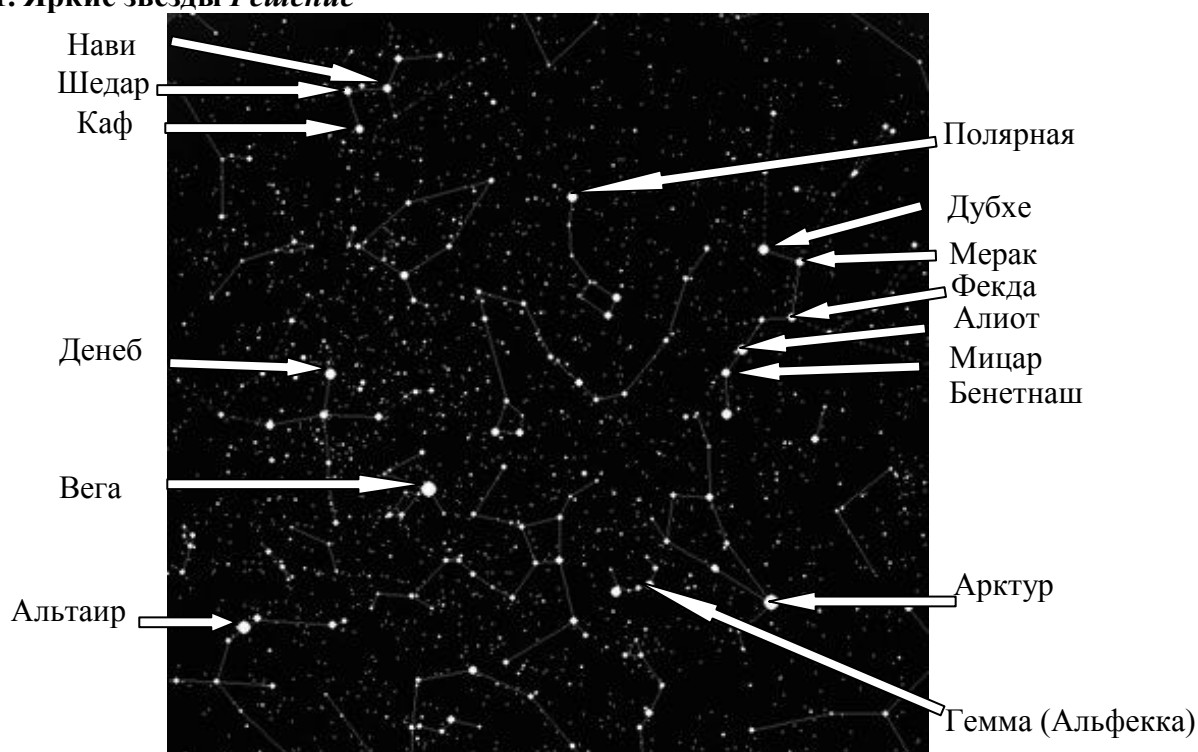
**XXIX РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ  
XIX ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ и КОСМОНАВТИКЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ  
2020-2021 УЧ. ГОД МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**10 КЛАСС**

**1. Яркие звёзды (8 баллов).** Дан участок картины звёздного неба. Напишите названия звёзд (не более 8), которые Вы смогли найти на карте и стрелками на этом листе укажите, где они находятся. НЕ ПОДПИСЫВАЙТЕ ЭТОТ ЛИСТОК, НО НЕ ЗАБУДЬТЕ ВЛОЖИТЬ ЕГО В ТЕТРАДЬ



**1. Яркие звёзды *Решение***



**1. Яркие звёзды *Критерии оценки***

одна звезда указана правильно – 3 балла

две звезды указаны правильно – 5 баллов

Правильное указание каждой дополнительной звезды добавляет 0,5 балла. При выставлении итоговой оценки за это задание набранный балл округляется в большую сторону до целого значения, но общее количество баллов не должно превышать 8 баллов.

Если Гемма ошибочно указана как соседняя, более яркая на рисунке звезда, то оценку не снижать, т.к. эта яркость не соответствует реальной картине.

**2. Калейдоскоп по астрономии.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы

**2.1.** (2 балла) На какой планете земной группы Солнечной системы сила притяжения человека приблизительно такая же, как на Земле? **2.2.** (2 балла) Пояс Койпера, Главный пояс астероидов, Облако Оорта. расположите эти объекты в порядке удалённости от Солнца (первый должен быть самый близкий). **2.3.** (2 балла) Плутон, Церера, Макемаке, Деймос. Какой из перечисленных объектов лишний в этом списке? **2.4.** (2 балла) Какая из галактик к нам ближе? Туманность Андромеды или Малое Магелланово облако?

**2. Калейдоскоп по астрономии. Ответы.** **2.1.** На Венере, эта планета по массе и по размерам близка к Земле ( $8,9 \frac{M}{c^2}$ ). **2.2.** Главный пояс астероидов, Пояс Койпера, Облако Оорта. Пояс астероидов находится между орбитами Марса и Юпитера. Пояс Койпера – за орбитой Нептуна, облако Оорта – на периферии Солнечной системы. **2.3.** Деймос лишний, т.к. он является спутником Марса, а остальные объекты значительно крупнее его и относятся к классу плутоидов. **2.4.** Ближе к нам находится Большое Магелланово облако, которое является спутником нашей Галактики.

**2. Калейдоскоп по астрономии. Критерии оценки.** Правильный ответ 1 балл, с обоснованием 2 балла. И не надо ждать от учащихся обоснований, совпадающих с авторскими. Достаточно небольшого разумного объяснения-обоснования.

**3. Калейдоскоп по космонавтике.** Ответьте на вопросы и обоснуйте свои ответы

**3.1.** (2 балла) Можно ли ожидать, что в будущем пройдут автомобильные гонки на планете Уран.?

**3.2.** (2 балла) Из районных центров Калужской области Боровск расположен на самой большой широте, Хвостовичи на самой малой широте, Таруса на самой большой долготе, Бетлица на самой малой долготе. Вблизи какого райцентра выгоднее строить космодром при прочих равных условиях? **3.3.** (2 балла) Почему на Луне след от ноги человека сохраняется значительно дольше, чем на Земле? **3.4.** (2 балла) Можно ли запустить спутник так, чтобы он всё время был в зените над Калугой?

**3. Калейдоскоп по космонавтике. Ответы.** **3.1.** Нет, т.к. Уран является газовой планетой, не имеющей твёрдой поверхности **3.2.** Хвостовичи. Чем ближе космодром к экватору, тем большую скорость относительно центра Земли имеет поверхность космодрома, поэтому для достижения космолётом необходимой скорости требуется затрачивать меньше энергии. **3.3.** На Луне нет атмосферы, нет ветров, разрушающих эти следы **3.4.** Нельзя. Чтобы такое произошло период обращения спутника должен быть равен 24 часам (точнее 23 ч 56 мин), а плоскость орбиты – совпадать с плоскостью вращения того населённого пункте, над которым он зависнет. Но такое условие выполняется только для населённых пунктов на экваторе.

**3. Калейдоскоп по космонавтике. Критерии оценки.** Правильный ответ 1 балл, с обоснованием 2 балла. И не надо ждать от учащихся обоснований, совпадающих с авторскими. Достаточно небольшого разумного объяснения-обоснования.

**4. Макемаке** (8 баллов) В одном интернет источнике в статье, посвящённой этой карликовой планете, открытой в 2005 году, было написано следующее предложение: «Сейчас Макемаке постепенно приближается к нашему светилу, но, скорее всего, она доберется до него нескоро – примерно в 2187 году, своего афелия этот карликовый плутоид сможет достичь уже скоро – через 18 лет.» Какая ошибка была допущена автором? (2 балла). Если считать, что приведённые числа верны, то на каком среднем расстоянии от Солнца движется Макемаке по своей орбите?

**4. Макемаке Решение.** 1) Ошибка заключается в том, что если комета движется к афелию. то она удаляется от Солнца, а не приближается к нему. 2) Время до перехода в перигелий приблизительно равно  $2187-2020=167$  лет, до перехода в афелий – 18 лет. следовательно, половина периода обращения кометы равна  $167-18=150$  лет. А период приблизительно равен 300 лет. Согласно третьему закону Кеплера большую полуось орбиты Макемаке можно найти по формуле  $a = \sqrt[3]{T^2}$ . Получаем приблизительно 45 а.е.

**4. Макемаке Критерии оценки.**

Верно указана ошибка автора ----- 2 балла

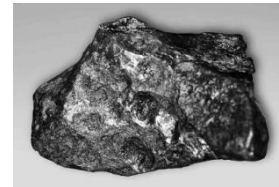
Определён период обращения ----- 2 балла

Найдено значение большой полуоси----- 3 балла

Указано, что большая полуось равна среднему расстоянию от Макемаке до Солнца ----- 1 балл

За каждую математическую ошибку снижать 2 балла.

**5. Алтайский метеорит** (8 баллов) В этом году в Алтайском крае грибник нашёл метеорит с красноватым отливом. Он имел неправильную плоскую форму габаритами  $10 \times 5 \times 3$  см, и массу 0,53 кг. Оцените его плотность (4 балла). Сделайте предположение, преимущественно из какого вещества он состоит? (4 балла).



**5. Алтайский метеорит. Решение.** При определении объёма учтём, что даны его наибольшие размеры по трём взаимно перпендикулярным направлениям, поэтому объём можно приблизительно найти как произведение габаритных размеров, уменьшенное в полтора раза.

$V = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot \frac{2}{3} = 100$  (см<sup>3</sup>). Плотность равна  $\rho = \frac{m}{V} = 5,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ . Такая большая плотность говорит о том, что большая часть является металлом. Большинство металлических метеоритов являются железными. Красноватый оттенок может свидетельствовать о наличии оксидов железа (ржавчины). Скорей всего метеорит железный.

**5. Алтайский метеорит. Критерии оценки.**

использование габаритных размеров для оценки объёма --- 2 балла  
 корректировка объёма за счёт учёта неровностей -----2 балла  
 нахождение плотности -----2 балла  
 гипотеза о составе -----2 балла.

Если при оценке получены значения в 2 раза больше или меньше обозначенных, то оценку не снижать. Если расхождения более, чем в 2 раза, но менее, чем в 5 раз. то баллы за эти расчёты снизить в два раза. Не снижать оценку в случае обоснованного предположения об ином составе метеорита. За каждую математическую ошибку снижать 2 балла.

**6. Блеск** (8 баллов) *Теоретические сведения:* Блеск звёзд измеряют в звёздных величинах. Чем меньше звёздная величина звезды, тем она ярче. Если яркость одной звезды **больше** другой приблизительно в 2,5 раза, то видимая звёздная величина первой звезды **меньше** видимой звёздной величины второй на одну звёздную величину. Например, если видимая звёздная величина звезды А равна 3,4 и она приблизительно в 6,25 раз ярче звезды В, то видимая звёздная величина звезды В равна 5,4 ( $3,4 + 2 = 5,4$ , т.к.  $6,25 = 2,5^2$ ). *Задание:* Видимая звёздная величина (блеск) звезды Альтаир составляет 0,77 звёздных величин. Какому созвездию принадлежит эта звезда? (2 балла). Во сколько раз изменится яркость этой звезды, если её наблюдать с расстояния в десять раз большего, чем сейчас? (3 балла) Какой (приблизительно) в этом случае будет видимая звёздная величина Альтаира? (3 балла).

**6. Блеск Решение.** Альтаир – самая яркая звезда из созвездия Орла. При удалении в 10 раз яркость уменьшается в 100 раз.  $100 \approx 2,5^5$ . Значит, видимая звёздная величина Альтаира увеличится на 5, т.е. будет равна 5,77 звёздных величин (приблизительно 6).

**6. Блеск Критерии оценки.**

Указание на принадлежность к созвездию Орла	2 балла
Вывод, что яркость уменьшится	1 балл
Вывод, что яркость уменьшится в $10^2$ раз	2 балла
Учёт связи изменения яркости с изменением звёздной величины	1 балл
Вычисление новой звёздной величины	2 балла

**XXIX РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ**  
**XIX ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ и КОСМОНАВТИКЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**2020-2021 УЧ. ГОД МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**11 КЛАСС**

**1. Подвижная карта звёздного неба (8 баллов).** По подвижной карте звёздного неба определите положения созвездий и координаты светил; 1) созвездие, которое будет в зените 20 января Калуге в 21-00 среднего солнечного времени, 2) созвездие, которое в этот момент заходило за горизонт, 3) звезду, которая была вблизи верхней кульминации в этот момент, 4) координаты (склонение и прямое восхождение) звезды  $\beta$  Козерога, 5) координаты (склонение и прямое восхождение) Солнца 20 октября. Поясните, как Вы смогли это определить.

**1. Подвижная карта звёздного неба *Ответы.*** 1) Лебедь. В зените на данной широте местности бывают созвездия, которые занимают участки неба со склонением, равным широте местности. В Калуге широта местности приблизительно  $54,5^\circ$ . Положение окружности с таким склонением можно приблизительно определить по карте, ориентируясь на окружности  $60^\circ$  и  $30^\circ$ . Когда созвездие находится в зените, оно пересекает небесный меридиан на участке к югу от северного полюса мира. Искомое созвездие находим, располагая накладной круг, совмещая 12-00 с 20 января, и выясняя, какое созвездие включает в себя точку пересечения линии Полярная – ЮГ и окружности со склонением  $54,5$ . 2) Волопас, Волосы Вероники, Весы – эти созвездия располагаются возле точки З (запад) и частично уже закрыты накладным кругом. 3)  $\alpha$  Орла (Альтаир), эта звезда при таком положении накладного круга оказывается на линии Полярная – Юг. 4) прямое восхождение  $20^h 10^m$ , склонение  $-15^\circ$ . Прямое восхождение находим, проведя линию от Полярной через эту звезду до пересечения с кругом прямых восхождений. Склонение находим определяя положение звезды относительно окружностей со склонением  $0^\circ$  и  $-30^\circ$ . 5) прямое восхождение  $19^h 55^m$ , склонение  $-17^\circ$ . Положение Солнца 20 января находим по точке пересечения линии эклиптики с прямой, соединяющей Северный полюс мира с датой 20 января на внешней окружности, далее координаты определяем аналогично пункту 4).

**1. Подвижная карта звёздного неба. *Критерии оценки.*** Ни один ответ без пояснения не считать правильным и не ставить за него баллы! За ответы 1), 4), 5) ставить по 2 балла в случае. При этом, если склонение от приведённого здесь отличается не более, чем на  $5^\circ$  считать ответ правильным, если от 5 до  $10^\circ$ , то снижать на 1 балл, если прямое восхождение отличается от приведённых не более 10 минут, то оценку не снижать, если прямое восхождение отличается более, чем на 10 мин, но не более 20 мин. то оценку снизить на 1 балл.

**2. Фантастический прыжок.** Звездолёт совершил прыжок в гиперпространстве и оказался на расстоянии 7 пк от Земли в точке с координатами  $\alpha = 18^h 40^m$ .  $\delta = +37^\circ 10'$ . Каким приблизительно стало расстояние (в парсеках) от него до Солнца, Веги и Сириуса А.

Звезда	Параллакс	Абсолютная звёздная величина	Прямое восхождение	Склонение
Солнце	8,8''	4,83 <sup>m</sup>	-	-
Вега	0,13''	0,14 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	+38°47'
Сириус А	0,38''	1,47 <sup>m</sup>	06 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	-16°43'

**2. Фантастический прыжок. *Возможное решение:***

1. Расстояние до Солнца стало 7 пк.
2. Расстояние до Веги было  $1/0,13'' = 8$  пк,
3. Расстояние Сириуса А было  $1/0,38'' = 3$  пк,
4. Можно заметить, что звездолёт полетел в направлении Веги, т.к. экваториальные координаты Веги и точки наблюдения звездолёта близки
5. Поэтому расстояние до неё стало 1 пк.
6. Можно заметить, что звездолёт удалялся от Сириуса А почти в противоположную сторону.
7. Поэтому расстояние до него стало приблизительно 10 пк (или точнее 9 пк, если учесть не совсем противоположность смещения).

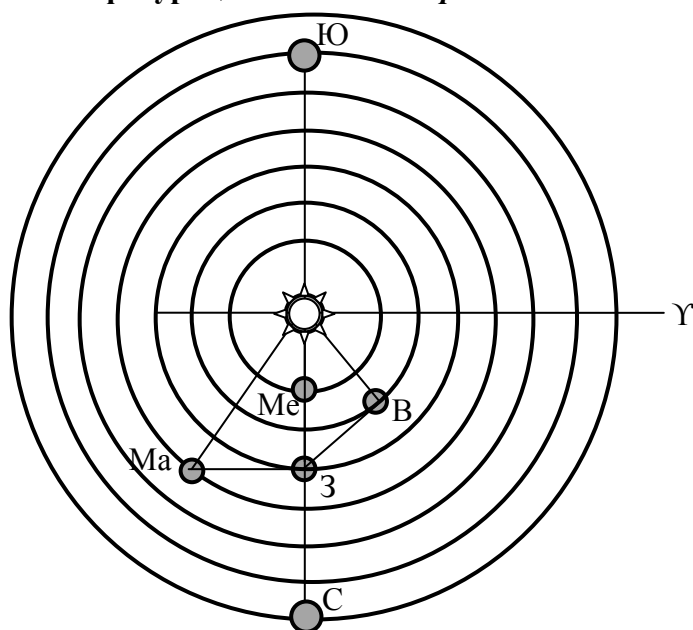
**2. Фантастический прыжок *Критерии оценки:***

за пункты 1-5 и 7 ставить по 1 баллу

за пункт 6 ставить 2 балла, если было обоснование и 1 балл, если не было обоснования)

**3. Конфигурации** (8 баллов). Изобразите без соблюдения масштаба положения Земли и других указанных планет 22 июня, если в этот момент Венера была в западной элонгации, Сатурн – в противостоянии, Марс – в восточной квадратуре, Меркурий – в нижнем соединении, Юпитер – в соединении.

**3. Конфигурации** *Возможное решение.*



**3. Конфигурации** *Критерии оценки.*

За правильное положение Земли относительно точки весеннего равноденствия ставить 1 балл

За правильное положение Меркурия, Юпитера и Сатурна относительно Земли и Солнца ставить по 1 баллу

За правильное положение Марса и Венеры ставить по 2 балла, а если перепутаны восточная и западная квадратуры или элонгации, то ставить только по 1 баллу

**4. Долгота светил** (8 баллов). *Теоретические сведения:* Гелиоцентрической долготой называют угол между направлениями от Солнца на точку весеннего равноденствия и от Солнца на планету (проекцию планеты на эклиптику), измеряемый в направлении против часовой стрелки. *Задание:* Определите гелиоцентрическую долготу Земли и планет в положениях, указанных в задаче 3 «Конфигурации». Учтите, что расстояние от Сатурна до Солнца – 9,6 а.е., от Меркурия – 0,39 а.е., Венеры – 0,72 а.е., Марса – 1,5 а.е., Юпитера – 5,2 а.е.

**4. Долгота светил. Ответы.** Долгота Земли  $270^\circ$ , долгота Сатурна  $270^\circ$ , долгота Меркурия  $270^\circ$ , долгота Юпитера  $90^\circ$ , долгота Венеры  $270^\circ + \arccos 0,72 = 270^\circ + 44^\circ = 314^\circ$ , долгота Марса  $270^\circ - \arccos \frac{1}{1,5} = 270^\circ - 48^\circ = 222^\circ$

**4. Долгота светил. Критерии оценки.** Если правильно найдена долгота Земли, Юпитера, Меркурия и Сатурна, то добавлять по 1 баллу. Если правильно найдена долгота Венеры и Марса, то добавлять по 2 балла. Если положение Земли относительно точки весеннего равноденствия определено ошибочно, то все баллы снижать в 2 раза, а суммарный результат округлить до целого с избытком. Если долготу измеряли в направлении по часовой стрелке, то все баллы снижать в 2 раза, а суммарный результат округлить до целого с избытком.

**5. Комета** (8 баллов). Летом 2020 года можно было наблюдать комету «NEOWISE», движущуюся по сильно вытянутой эллиптической орбите. В перигелии NEOWISE находилась на расстоянии 0,29 а.е. от Солнца. Период её обращения составляет около 7000 лет. Чему равна большая полуось орбиты этой кометы? На какое максимальное расстояние удаляется эта комета от Солнца?



**5. Комета. Решение.** Согласно третьему закону Кеплера большую полуось орбиты кометы можно найти по формуле  $a = \sqrt[3]{T^2} = 365,93$  а. е.

Максимальное расстояние от Солнца равно  $Q = 2a - q = 2 \cdot 365,93 - 0,29 = 732$  (а. е.)

### 5. Комета. Критерии оценки.

Использование формулы третьего закона Кеплера	2 балла.
Вычисление большой полуоси	2 балла
Учёт взаимосвязи перигелийных и афелийных расстояний	2 балла
Вычисление афелийного расстояния	2 балла

**6. Блеск (8 баллов) Теоретические сведения:** Блеск звёзд измеряют в звёздных величинах. Чем меньше звёздная величина звезды, тем она ярче. Если яркость одной звезды **больше** другой приблизительно в 2,5 раза, то видимая звёздная величина первой звезды **меньше** видимой звёздной величины второй на одну звёздную величину. Например, если видимая звёздная величина звезды А равна 3,4 и она приблизительно в 6,25 раз ярче звезды В, то видимая звёздная величина звезды В равна 5,4 ( $3,4+2=5,4$ , т.к.  $6,25=2,5^2$ ). **Задание:** Видимая звёздная величина (блеск) звезды Альтаир составляет 0,77 звёздных величин. Какому созвездию принадлежит эта звезда? (2 балла). Во сколько раз изменится яркость этой звезды, если её наблюдать с расстояния в 15,6 раз меньшего, чем сейчас? (3 балла) Какой (приблизительно) в этом случае будет видимая звёздная величина Альтаира? (3 балла).

**6. Блеск Решение.** Альтаир – самая яркая звезда из созвездия Орла. При приближении в 15,6 раза яркость увеличится в  $15,6^2 \approx 2,5^6$ . Значит, видимая звёздная величина Альтаира уменьшится на 6, т.е. будет равна  $-5,23$  звёздных величин (минус 5,23, приблизительно минус 5)

### 6. Блеск Критерии оценки.

Указание на принадлежность к созвездию Орла	2 балла
Вывод, что яркость увеличится	1 балл
Вывод, что яркость увеличится в $15,6^2$ раз	2 балла
Учёт связи изменения яркости с изменением звёздной величины	1 балл
Вычисление новой звёздной величины	2 балла