

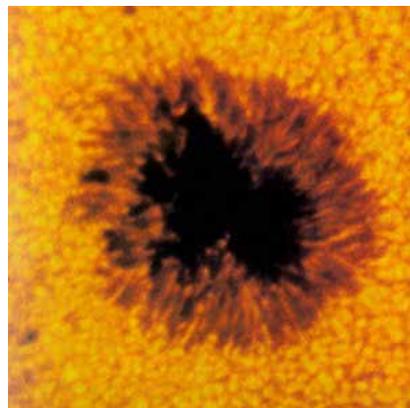
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ 2019–2020 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
10–11 классы
Решения и критерии оценивания

Задача 1

Что изображено на фотографии?

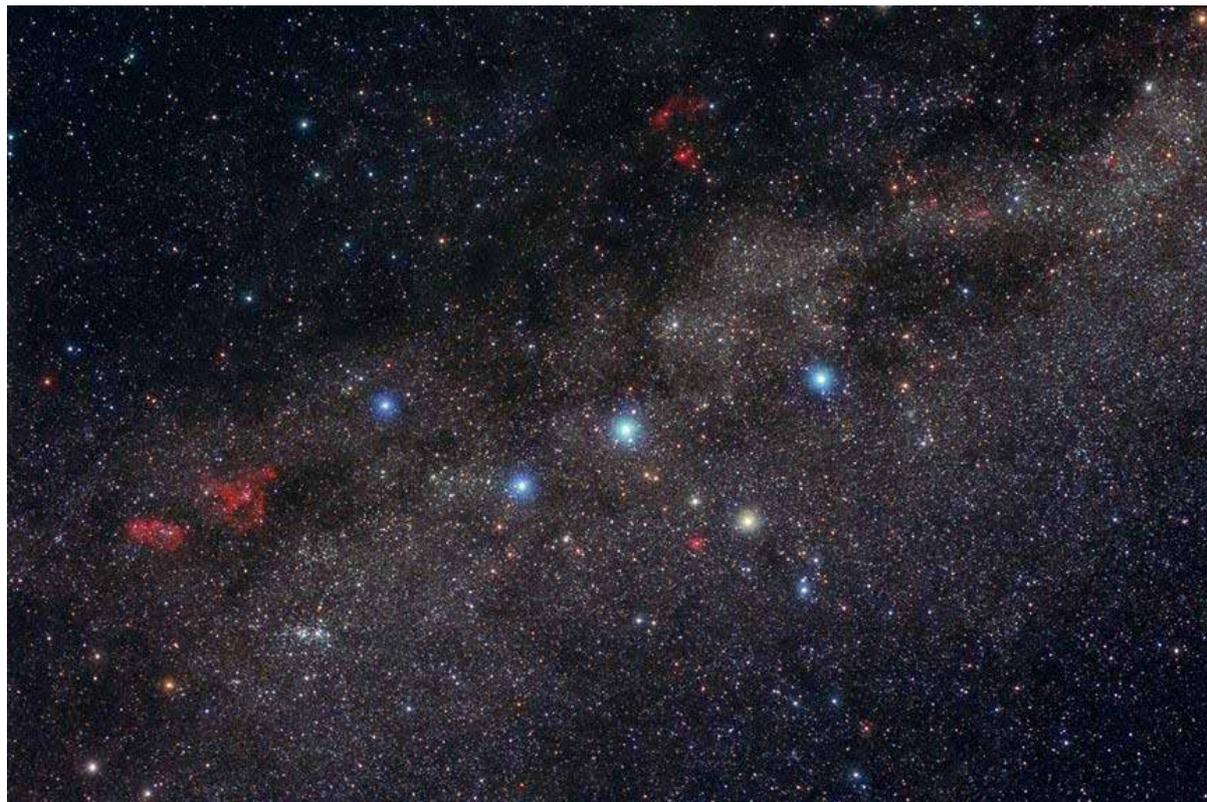
- 1) чёрная дыра (первое изображение!)
- 2) гора Олимп
- 3) тёмное образование в атмосфере Юпитера
- 4) солнечное пятно

Ответ: 4 (2 балла)



Задача 2

Изображение участка какого созвездия приведено на фотографии?



- 1) Большая Медведица
- 2) Малая Медведица
- 3) Цефей
- 4) Стрелец
- 5) Кассиопея

Ответ: 5 (2 балла)

Задача 3

Какой объект изображён на фотографии?



- 1) шаровое звёздное скопление
- 2) рассеянное звёздное скопление
- 3) эллиптическая галактика
- 4) спиральная галактика
- 5) туманность

Ответ: 2

За правильный ответ – 2 балла, за ответ «1» – 1 балл.

Комментарий: на изображении – скопление Messier 11 («Дикие утки»). В «Диких утках» около трёх тысяч звёзд; для шарового звёздного скопления – это слишком мало (обычно на фотографиях шаровых звёздных скоплений плотность звёзд к центру растёт настолько, что они становятся неразличимы поодиночке). Варианты 3–5 совершенно бессмысленные.

Задача 4

Определите фазу Луны.



- 1) новолуние
- 2) растущая
- 3) полнолуние
- 4) убывающая

Ответ: 3

За правильный ответ – 2 балла, за ответ «2» – 1 балл.

Комментарий: может показаться, что на фото растущая Луна. Это не так. Во-первых, не видно чёткого терминатора. Во-вторых, линия, проходящая через концы «серпа», не является диаметром лунного диска. В-третьих, север Луны каким-то образом оказался сбоку, а, например, кратер Тихо – слева. На фото – частная фаза лунного затмения. Фаза Луны – полнолуние.

Задача 5

Эта фотография Юпитера со спутниками сделана при помощи небольшого телескопа. Как называется спутник, на который указывает стрелка?



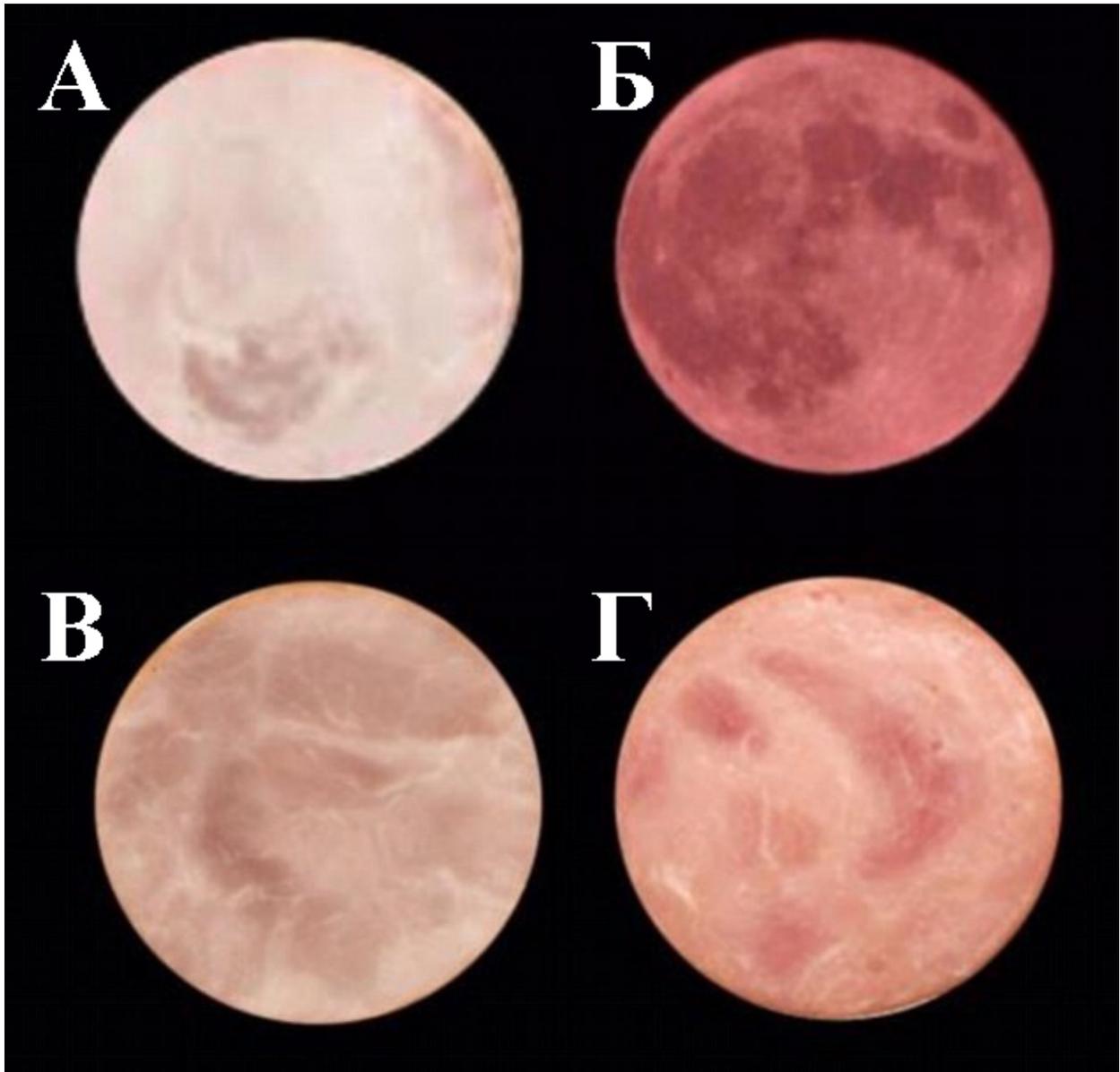
- 1) Галилей
- 2) Ганимед
- 3) Галатея
- 4) Галлей
- 5) Титан

Ответ: 2 (2 балла)

Комментарий: Ганимед – один из четырёх галилеевых спутников Юпитера, в то время как Галилей и Галлей – люди, Титан – спутник Сатурна, Галатея – спутник Нептуна.

Задача 6

Соотнесите изображения и названия объектов. Ответы могут повторяться.



- 1) Луна в затмении
- 2) гранатовая звезда Гершеля
- 3) Плутон
- 4) кусок ветчины

Ответ:

А	Б	В	Г
4	1	4	4

За правильный ответ – 2 балла, в иных случаях – 0 баллов.

Комментарий: это задача-шутка. Луну нужно узнать. Звёзд здесь явно нет, хотя бы поскольку их изображения такой чёткости пока не получены. Как выглядит Плутон, вероятно, рассказывать не нужно.

Задача 7

В центре снимка можно заметить астеризм созвездия Южный крест (он зарисован). В каком полушарии сделана эта фотография?



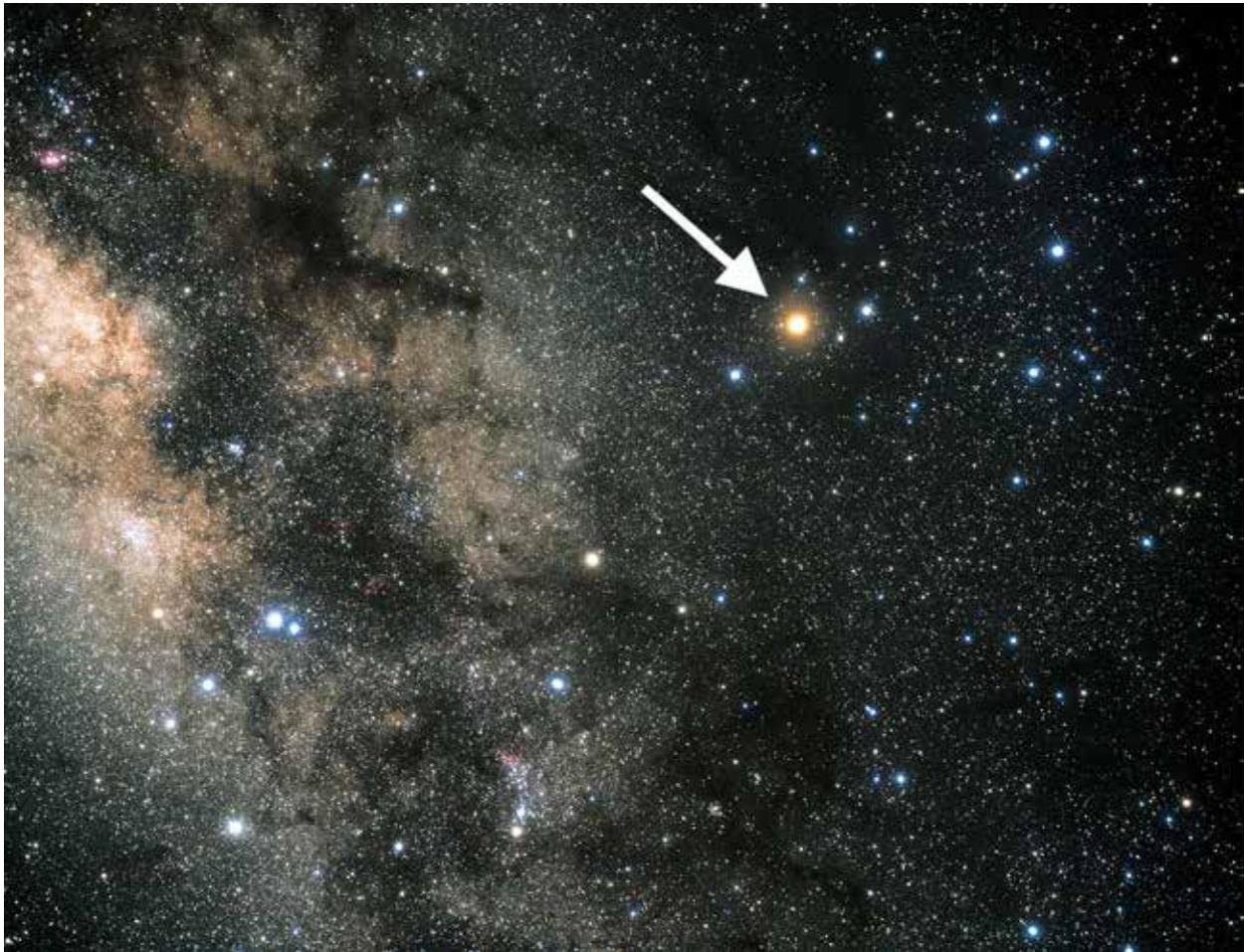
- 1) в Северном полушарии
- 2) в Южном полушарии
- 3) такого не может быть

Ответ: 1 (2 балла)

Комментарий: это задача-обманка. Видно, что Южный крест низко и указывает глубоко под горизонт. Фотография сделана в Северном полушарии, на широте 20° .

Задача 8

Какова температура яркой звезды, на которую указывает стрелка на фотографии?



- 1) 500 К
- 2) 3400 К
- 3) 5800 К
- 4) 11000 К

Ответ: 2 (2 балла)

Комментарий: на фото отмечен Антарес, альфа Скорпиона, который наблюдается как красно-оранжевая звезда. Это сверхгигант спектрального класса М. Ответ можно вывести логически: для солнечной температуры (3) звезда слишком красная, а температура (1) – экстремально холодно для «нормальных» звёзд.

Задача 9

Этот снимок Луны сделал французский астрофотограф Лоран Лаведер. На какой высоте мог находиться центр диска Луны в момент, когда был сделан снимок?

- 1) 2°
- 2) $12,5^\circ$
- 3) $23,5^\circ$
- 4) 45°
- 5) 56°



Ответ: 1 (2 балла)

Комментарий: лунный диск существенно сплюснут, его края искажены («как над костром»), а сам он покраснел. Такой Луну можно наблюдать только очень близко к горизонту.

Задача 10

Какие из планет Солнечной системы могут наблюдаться в Москве невооружённым глазом?

- 1) Меркурий
- 2) Венера
- 3) Марс
- 4) Юпитер
- 5) Сатурн
- 6) Уран
- 7) Нептун

Ответ: 12345

За правильный ответ – 2 балла, за ответ «123456» – 1 балл. В иных случаях – 0 баллов.

Комментарий: формально блеск Урана может достигать до $5,3^m$, но будем реалистами – в городе и пригородах его увидеть невозможно.

Задача 11

Расставьте объекты в порядке возрастания видимого углового размера. Ответ запишите в виде последовательности цифр без пробелов и иных разделителей.

- 1) Юпитер
- 2) Луна
- 3) Бетельгейзе
- 4) Уран

Ответ: 3412

За правильный ответ – 2 балла, в иных случаях – 0 баллов.

Комментарий: из представленных объектов, очевидно, наибольший угловой размер имеет Луна – в отличие от остальных, её можно разрешить невооружённым глазом. Юпитер и Уран – планеты, причём Юпитер можно разрешить в обычный бинокль, а Уран заведомо меньше и дальше. Бетельгейзе, несмотря на свой «статус» звезды-сверхгиганта, слишком далеко от Земли, чтобы её можно было разрешить обычными способами. Порядок установлен.

Задача 12

Расставьте объекты в порядке возрастания массы. Ответ запишите в виде последовательности цифр без пробелов и иных разделителей.

- 1) Юпитер
- 2) Луна
- 3) Бетельгейзе
- 4) Уран

Ответ: 2413 (2 балла)

Задача 13

Предположим, что размер орбиты Земли вдруг увеличился в 4 раза. Во сколько раз изменилась бы при этом продолжительность года?

Ответ: 8 (3 балла)

Решение: по третьему закону Кеплера квадрат периода обращения Земли вокруг Солнца увеличился в $4^3 = 64$ раза, следовательно, сам период – в 8 раз.

Задача 14

Астрономические расстояния часто выражают через время, за которое их проходит свет. Так, например, расстояние от Солнца до Земли – 1 астрономическую единицу – свет преодолевает за 499 секунд, так что это расстояние равно 499 световым секундам. Расстояние от Земли до ближайшей известной звезды, Проксимы Центавра, составляет 4,243 светового года или 1,301 парсека. Сколько тысяч астрономических единиц в парсеке? Ответ округлите до ближайшего целого.

Ответ: 206 (3 балла)

Решение: в одном парсеке $4,243 : 1,301 = 3,26$ светового года. 1 год = $365,25 \cdot 86400 = 3,16 \cdot 10^7$ с. Тогда 1 парсек = $3,26 \cdot 3,16 \cdot 10^7 : 499 \approx 206$ тысяч астрономических единиц.

Возможно, учащийся сразу даст правильный ответ, поскольку «опытным» олимпиадникам известно, что 1 пк » 206265 а. е.

Задача 15

*...Спутник продолжал «висеть» в той же точке неба.
«Геостационарный», – подумал Штирлиц.*

На какой высоте мог бы находиться такой спутник? Координаты Берлина: $52^{\circ}31'$ с. ш. и $13^{\circ}23'$ в. д.

- 1) 10°
- 2) 20°
- 3) 30°
- 4) 40°
- 5) 50°
- 6) 60°

Ответ: 123

За правильный ответ – 3 балла, в иных случаях – 0 баллов.

Решение: орбиты геостационарных спутников располагаются в плоскости экватора Земли, так что эти спутники наблюдаются вблизи небесного экватора, наивысшая точка которого находится на высоте $90^{\circ} - 52^{\circ}31' = 37^{\circ}29'$. Высота спутника никак не может превышать этой величины. Пренебрегая суточным параллаксом, приходим к ответу $\{10^{\circ}; 20^{\circ}; 30^{\circ}\}$. Учёт суточного параллакса даёт ограничение по высоте в $30,0^{\circ}$.

Задача 16

Светимости звёзд выражаются в ваттах и представляются через абсолютные звёздные величины. Так, например, светимость Солнца равна $3,8 \cdot 10^{26}$ Вт, а его абсолютная звёздная величина составляет $+4,8^m$. Можно попытаться выражать в звёздных величинах совсем «незвёздные» мощности. Какой может быть абсолютная звёздная величина, соответствующая мощности бытового электрического чайника?

- 1) 0^m
- 2) 14^m
- 3) 44^m
- 4) 64^m
- 5) 84^m

Ответ: 4 (4 балла)

Решение: как известно, разница звёздных величин в 5^m соответствует отношению линейных величин (освещённостей, мощностей) в 100 раз. Адекватная мощность чайника составляет порядка $10^2 - 10^3$ Вт, что можно

как считать известным при решении задачи, так и оценить: чайник нагревает порядка килограмма воды примерно на 100 градусов за несколько минут. Разница на 24 порядка соответствует $24 : 2 \cdot 5 = 60^m$, что приводит к верному ответу.

К ответу можно прийти иначе, оценив мощности, соответствующие различным заданным абсолютным звёздным величинам. Разумный порядок имеет только один результат.

Задача 17

Какую долю поверхности Земли одновременно видит стоящий человек? Рельефом Земли пренебречь.

- 1) 2,4 %
- 2) 0,03 %
- 3) $6,13 \cdot 10^{-5}$
- 4) $1,4 \cdot 10^{-7}$
- 5) $9 \cdot 10^{-9}$

Ответ: 4 (4 балла)

Решение: дальность горизонта для среднего человека составляет около 4–5 км. Это можно как помнить, так и посчитать: $L = \sqrt{(R + h)^2 - R^2} \approx \sqrt{2Rh}$. Искомая доля $\frac{\pi L^2}{4\pi R^2} \sim 10^{-7}$. Особенно точных вычислений для получения ответа не требуется.

Задача 18

Какие из звёзд, собственные названия которых приведены в списке, нельзя наблюдать в Москве?

- А) Солнце
- Б) Сириус (альфа Большого Пса)
- В) Канопус (альфа Киля)
- Г) Толиман (альфа Центавра)
- Д) Арктур (альфа Волопаса)
- Е) Вега (альфа Лиры)
- Ж) Капелла (альфа Возничего)
- З) Ригель (бета Ориона)
- И) Процион (альфа Малого Пса)
- К) Ахернар (альфа Эридана)
- Л) Бетельгейзе (альфа Ориона)
- М) Хадар (бета Центавра)
- Н) Альтаир (альфа Орла)
- О) Акрукс (альфа Южного Креста)

- П) Альдебаран (альфа Тельца)
- Р) Антарес (альфа Скорпиона)

Ответ: ВГКМО

За правильный ответ – 4 балла, в иных случаях – 0 баллов.

Комментарий: Приведены первые 16 звёзд из списка ярчайших звёзд неба. Ответ может быть дан исходя из опыта наблюдения ночного неба средней полосы. Склонение самой северной из приведённых звёзд не превышает -50° , в то время как на широте Москвы даже теоретически наблюдаемая звезда должна иметь склонение не меньше -34° .

Всего за работу – 45 баллов.