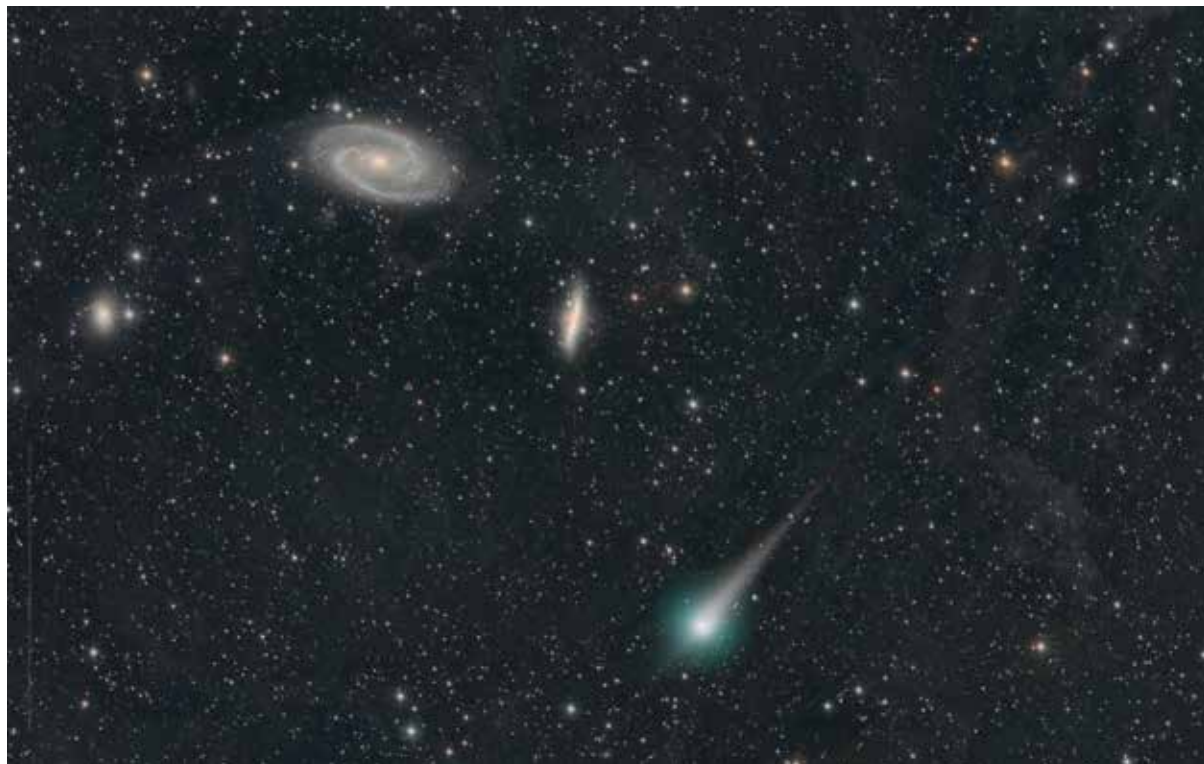


ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО АСТРОНОМИИ 2020–2021 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП
10-11 классы

1. Это фотография небольшого участка созвездия Большая Медведица. Объекты каких типов запечатлены на фотографии? Выберите все верные ответы.



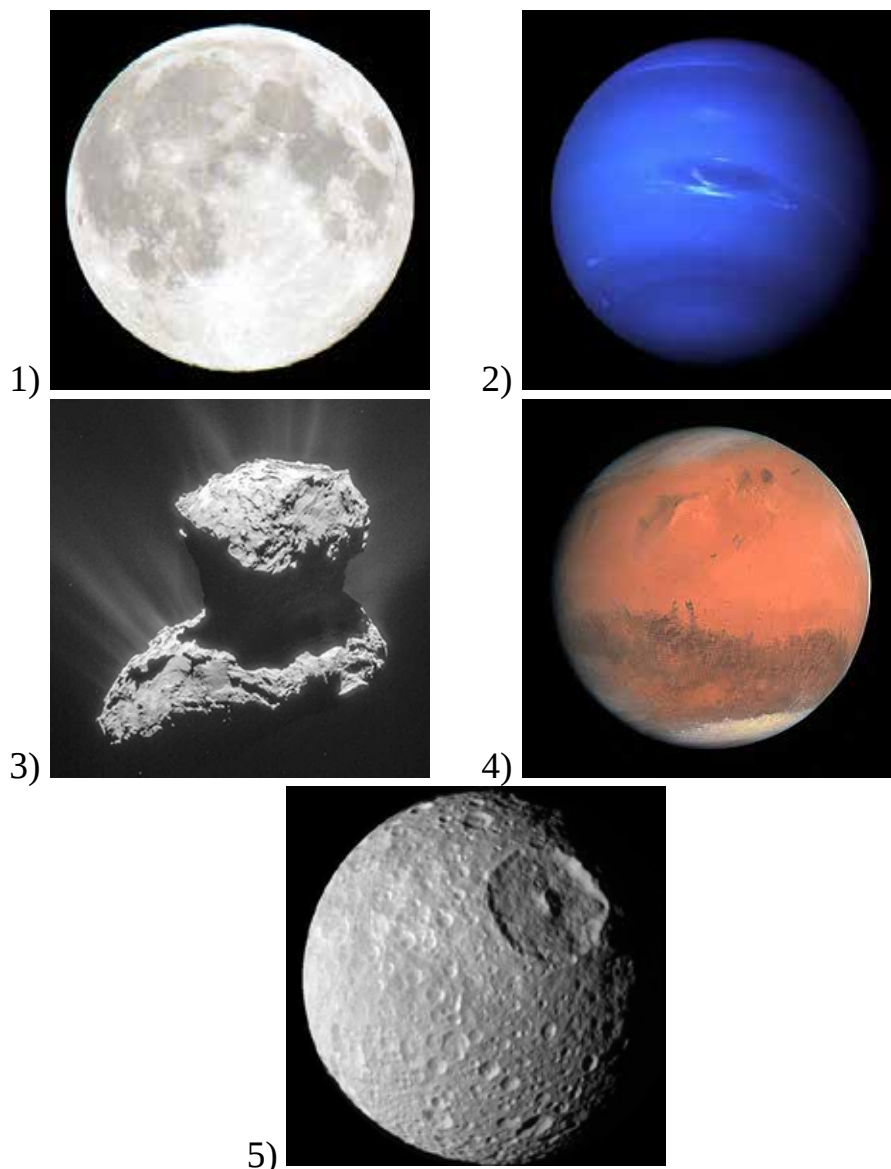
- 1) звезда
- 2) галактика
- 3) планета
- 4) комета
- 5) Луна

Ответ: 124 (2 балла),

за ответы «1, 2», «1, 4» или «2, 4» – **1 балл**, в иных случаях **0 баллов**.

Комментарий: на фотографии можно увидеть множество звёзд, две яркие галактики (M81 и M82) и комету C/2017 T2, которая максимально сблизилась с Солнцем в начале мая 2020 года и в настоящее время покидает внутреннюю часть Солнечной системы. Планет и Луны на этой фотографии не видно и видно быть не может – Большая Медведица очень далеко от эклиптики.

2. Расположите объекты по возрастанию их пространственного размера, где 1 – это наименьший объект, а 5 – наибольший.



Ответ: 35142 (2 балла),

за ответ «31542» (неверное относительное расположение Луны и Мимаса) – **1 балл**, в иных случаях **0 баллов**.

Комментарий: «3» (ядро кометы Чурюмова–Герасименко) – самый маленький из представленных объектов, под действием собственной гравитации оно не смогло принять округлую форму, в отличие от «5» – спутника Сатурна Мимаса, являющегося самым маленьким известным шарообразным космическим телом. «1» – Луна – пятый по величине спутник в Солнечной системе. «4» и «2» – планеты Марс и Нептун, последний – планета-гигант.

3. Это изображение было получено путём непрерывного фотографирования неба в течение некоторого промежутка времени. Определите примерную продолжительность съёмки.



- 1) 10 секунд
- 2) 1 час
- 3) 3 часа
- 4) 6 часов
- 5) 12 часов

Ответ: 3 (2 балла).

за ответ «2» или «4» – **1 балл**, в иных случаях **0 баллов**.

Комментарий: на изображении отчётливо видны пути некоторых ярких звёзд. За сутки звёзды бы сделали полный оборот, а на фотографии запечатлено чуть меньше $1/8$ от полного круга, что примерно соответствует $24/8 = 3$ часам.

4. Этот коллаж был получен путём сложения фотографий Луны во время частного лунного затмения. Какое утверждение можно было бы сделать, опираясь на результаты одного этого наблюдения?



- 1) Луна – спутник Земли.
- 2) У Земли есть атмосфера.
- 3) Земля имеет шарообразную форму.
- 4) Луна имеет шарообразную форму.
- 5) Ни одно из утверждений 1–4 не является верным ответом.

Ответ: 5 (2 балла),

за любой из ответов {1, 2, 3, 4} – 1 балл, в иных случаях 0 баллов.

Комментарий: сам по себе коллаж не доказывает ни то, что Луна является спутником Земли, ни то, что Земля или Луна имеют близкую к шару форму. Такие утверждения обосновываются путём систематических наблюдений. «Размытие» тени Земли вблизи её края также не свидетельствует о наличии у Земли атмосферы: тени людей, например, тоже размыты – это полутень, следствие того, что Солнце – не точечный источник света.

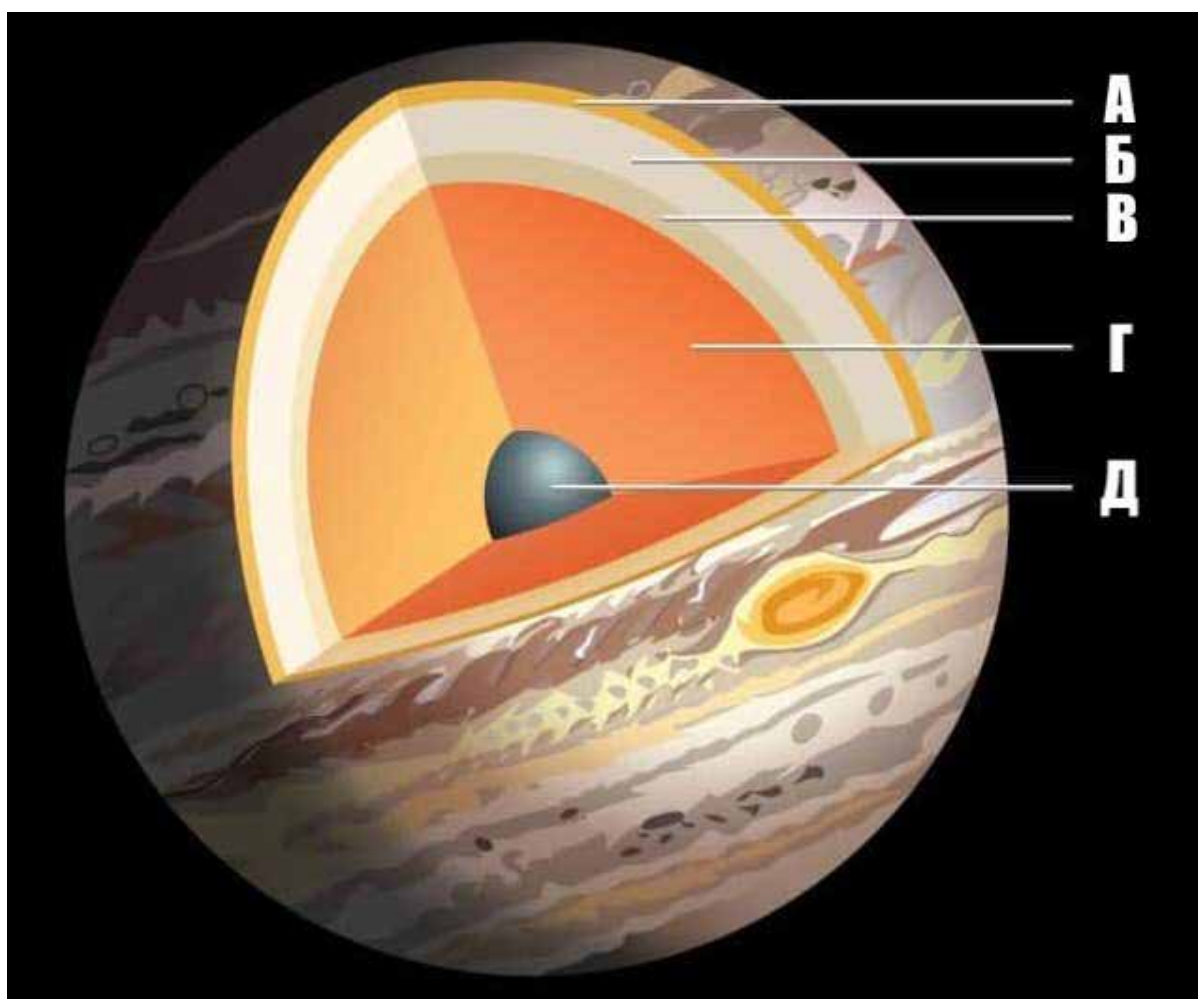
5. Свет проходит расстояние, равное 1 астрономической единице, за 499 с. Расстояние от Нептуна до Солнца – 30 астрономических единиц. За какое минимальное целое количество часов свет гарантированно долетит от Земли до Нептуна?

Ответ: 5 (2 балла),

за ответ «4» – 1 балл, в иных случаях 0 баллов.

Комментарий: максимальное расстояние между Землёй и Нептуном составляет 31 астрономическую единицу (когда Земля и Нептун располагаются друг напротив друга относительно Солнца). Свет проходит это расстояние за $31 \times 499 = (30+1) \times (500-1) = 15469$ секунд. Осталось заметить, что $4 \text{ ч} = 4 \times 3600 \text{ с} = 14400 \text{ с}$ — мало, а $5 \text{ ч} = 5 \times 3600 \text{ с} = 18000 \text{ с}$ как раз подходит.

6. Установите соответствие между буквами на схеме строения Юпитера и подписями.



Ответ:

- А) облачная атмосфера
- Б) газообразный водород
- В) жидкий водород
- Г) металлический водород
- Д) ядро

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

Комментарий: чем ближе к центру, тем выше давление и «гуще» водород.

7. При введении метрической системы в конце XVIII века французы определили метр как одну сорокамиллионную часть длины Парижского меридиана (то есть одну десятиmillionную часть расстояния от Северного полюса до экватора по поверхности Земли на долготе Парижа). Морская миля же определялась как длина дуги на поверхности Земли, которой соответствует угол в 1 угловую минуту (для определённости будем считать, что речь также о Парижском меридиане). Сколько метров было в морской миле? Ответ округлите до целых.

Ответ: 1852 (2 балла).

за ответ – любое число [1851; 1853], кроме 1852, – **1 балл**, в иных случаях **0 баллов**.

Комментарий: длина окружности земного шара по определению метра равнялась 40 млн метров. Тогда 1 морская миля $= \frac{40\,000\,000\text{ м}}{360 \cdot 60} \approx 1851.8\text{ м} \approx 1852\text{ м}$.

8. Расположите астрономические явления по увеличению частоты их наступления для наблюдателей на Земле (от более редких к более частым).

- 1) прохождение Венеры по диску Солнца
- 2) солнечное затмение (полное, частное или кольцеобразное)
- 3) прохождение Меркурия по диску Солнца
- 4) полнолуние

Ответ: 1324 (2 балла).

за ответ «1324» (перепутаны Меркурий и Венера)– **1 балл**, в иных случаях **0 баллов**.

Комментарий: известно, что полнолуния наступают каждый синодический месяц (29,5 суток). Ежегодно на Земле происходит от 2 до 5 солнечных затмений. Меркурий проходит по диску Солнца достаточно регулярно: за последние 20 лет это происходило 4 раза (в 2003, 2006, 2016 и 2019 гг.),

ближайшее случится в 2032 году. Венера находится дальше от Солнца и движется медленнее, чем Меркурий. Прохождения Венеры по диску Солнца – редкие астрономические события: последние наблюдались в 2004 и 2012 гг., а следующие произойдут в 2117 и 2125 гг.

9. Эта картинка – несколько последовательных снимков, совмещённых так, чтобы положения звёзд совпадали. Выберите все утверждения, которые могут оказаться верными.



- 1) Это планета Меркурий вблизи нижнего соединения.
- 2) На фотографии запечатлено попятное движение Марса.
- 3) Вся эта последовательность снимков сделана в июне.
- 4) Вся эта последовательность снимков сделана в декабре.

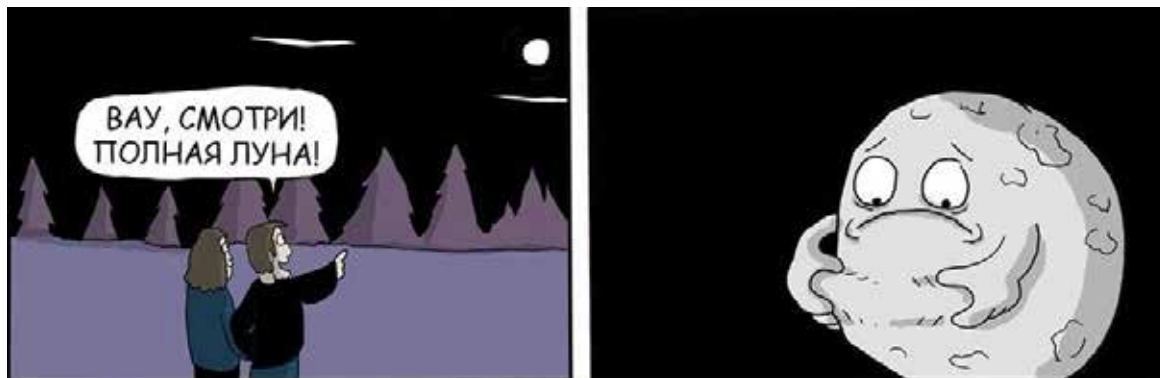
Ответ: 2 (2 балла),

за ответ «2, 4» – 1 балл, в иных случаях 0 баллов.

Комментарий: если бы это был Меркурий вблизи соединения, на снимок попало бы Солнце. В июне такое фото сделать невозможно: на фотографии хорошо видны участки Близнецов и Тельца, где Солнце и находится в этом месяце. Внешняя планета, такая как Марс, вблизи противостояния описывает такие «петли», находясь в противоположной Солнцу точке. Вблизи «петли»

Марс «застревает» надолго. Съёмка производилась в течение примерно полугода, поэтому утверждение о декабре неверно (хотя, бесспорно, центральная часть картинка была получена в декабре).

10. Известно, что внутренние планеты Солнечной системы, Меркурий и Венера, демонстрируют смену фаз. Выберите все верные утверждения.



- 1) Видимый размер Венеры вблизи «полновенерия» больше, чем вблизи «нововенерия».
- 2) Видимый размер Венеры вблизи «полновенерия» меньше, чем вблизи «нововенерия».
- 3) Видимые размеры Венеры вблизи «полновенерия» и «нововенерия» совпадают.
- 4) Видимый размер Меркурия вблизи «полномеркурия» больше, чем вблизи «новомеркурия».
- 5) Видимый размер Меркурия вблизи «полномеркурия» меньше, чем вблизи «новомеркурия».
- 6) Видимые размеры Меркурия вблизи «полномеркурия» и «новомеркурия» совпадают.

Ответ: 25 (2 балла).

за ответ «2» или «5» – **1 балл**, в иных случаях **0 баллов**.

Комментарий: во время «нововенерия» или «новомеркурия» планеты находятся между Землёй и Солнцем (в нижнем соединении), существенно ближе к Земле, чем во время «полновенерия» или «полномеркурия», когда планеты находятся по другую сторону от Солнца. При этом чем дальше планета, тем меньше её видимый размер.



11. Сколько раз некоторая далёкая звезда может взойти в заданном населённом пункте на Земле в течение одних солнечных суток? Рассмотрите все варианты.

- 1) ни разу
- 2) один
- 3) два
- 4) три
- 5) четыре

Ответ: 1,2,3 (2 балла), в иных случаях 0 баллов.

Комментарий: конечно, бывают невосходящие и незаходящие звёзды, которые не восходят и не заходят. Если звезда восходит, её восход происходит с периодом в 1 звёздные сутки, которые короче солнечных на 3 мин 56 с. Поэтому возможны ситуации, когда звезда восходит 1 и 2 раза за солнечные сутки. В последнем случае восходы происходят в начале и в конце этих суток.

12. Географические координаты Владивостока, столицы Приморского края: 43° с. ш., 132° в. д. Приморский край находится в 9-й часовой зоне России, Владивостокское время на 10 часов опережает всемирное. Выберите верное утверждение.

- 1) Гражданское время во Владивостоке опережает среднее солнечное время.
- 2) Гражданское время во Владивостоке отстаёт от среднего солнечного времени.
- 3) Гражданское и среднее солнечное время во Владивостоке совпадают.

Ответ: 1 (2 балла), в иных случаях 0 баллов.

Комментарий: когда на нулевом меридиане средняя солнечная полночь, среднее солнечное время во Владивостоке составляет $132/15 = 8,8$ часов (15° долготы соответствуют разнице в 1 час). В тот же момент гражданское время составляет 10 часов, то есть оно опережает солнечное на 1,2 часа.

13. На этом коллаже запечатлён восход Луны. Определите примерную широту места съёмки.



- 1) 90° с. ш.
- 2) 45° с. ш.
- 3) $23,5^\circ$ с. ш.
- 4) 0°
- 5) 45° ю. ш.
- 6) $66,5^\circ$ ю. ш.
- 7) 90° ю. ш.
- 8) невозможно определить

Ответ: 2 (2 балла).

за ответ «3» – 1 балл, в иных случаях 0 баллов.

Комментарий: восход «направо» означает, что полушарие северное, причём очевидно, что речь о полюсе не идёт. Осталось вспомнить, что угол, который плоскость суточной параллели образует с вертикалью, равен широте места наблюдения.

14. Предположим, Луна вдруг стала в четыре раза ближе к Земле, продолжая обращаться вокруг неё по круговой орбите. Найдите отношение конечной орбитальной скорости Луны к её нынешней скорости. Массой Луны пренебрегите.

Ответ: 2 (2 балла), в иных случаях 0 баллов.

Комментарий: по третьему закону Кеплера период обращения Луны уменьшился в $\sqrt{4^3} = 8$ раз, а длина траектории, как и радиус орбиты, – в 4 раза. Следовательно, орбитальная скорость увеличилась в 2 раза.

15. Зачем на поверхности линз и других оптических деталей наносят просветляющие покрытия? Выберите все верные ответы.

- 1) для усиления педагогического эффекта
- 2) для уменьшения потерь светового потока
- 3) для повышения контрастности изображения
- 4) для защиты глаз от ультрафиолетового излучения
- 5) для увеличения стоимости оборудования

Ответ: 23 (2 балла).

за ответ «2» или «3» – **1 балл**, в иных случаях **0 баллов**.

Комментарий: просветление оптики используется в целях увеличения светопропускания и снижения паразитных отражений в оптической системе.

Всего за работу – 31 балл.