

**74-я Московская астрономическая олимпиада.  
Дистанционный этап. 2019–2020 уч. г.**

**ЗАДАНИЯ И РЕШЕНИЯ**

Задачи 1-8 – 5 класс

Задачи 1-12 – 6-7 класс

Задачи 1-16 – 8-9 класс

Задачи 1-20 – 10-11 класс

**Общие критерии:**

Правильный ответ – 1 балл.

Неправильный ответ – 0 баллов, если не указано иное.

---

**1.** Выберите самое удалённое от Земли тело из предложенных.

1. Церера
2. Солнце
3. Луна
4. Эрида
5. Марс
6. Веста

Правильный ответ: **4**

Пояснение: Эрида – карликовая планета, расположенная в поясе Койпера в нескольких десятках астрономических единиц от Солнца. Церера и Веста движутся в Главном поясе астероидов, который находится значительно ближе к Земле. Остальные объекты располагаются ещё ближе.

**2.** Межзвёздный корабль разогнался до скорости 30 000 км/с. За какое время он долетит до ярчайшей звезды ночного неба – Сириуса, если расстояние до неё составляет 9 световых лет?

1. 90 лет
2. 1 год
3. 2 месяца
4. 352 года
5. 270 лет
6. 1 000 000 лет

Правильный ответ: **1**

Пояснение: Свету требуется 9 лет, чтобы пройти расстояние от Сириуса до Земли. Скорость корабля в 10 раз меньше скорости света, следовательно, на преодоление того же самого расстояния он затратит в 10 раз больше времени, т. е. 90 лет.

3. Выберите небесные тела, которые можно увидеть в небольшой любительский телескоп.

1. Луна
2. Харон
3. Туманность Андромеды
4. Нейтронная звезда
5. Деймос
6. Уран

Правильный ответ: **136, 1356**

Пояснение: Луну прекрасно видно без телескопа. Туманность Андромеды и Уран можно увидеть невооружённым глазом, но для этого нужно хорошее зрение и идеальные условия наблюдения. Разумеется, любительский телескоп поможет их рассмотреть гораздо лучше.

Деймос – очень маленький спутник Марса. О сложности его наблюдения говорит то, что он был открыт только во время великого противостояния 1877 года Асафом Холлом на 26-дюймовом ( $\approx 66$  см) телескопе, позже открытия Нептуна и первых астероидов. Поиски спутников во время предыдущих противостояний с телескопами меньшего размера к успеху не привели. Тем не менее, любители астрономии сообщают, что им удавалось наблюдать спутники Марса на телескопах меньшего диаметра, вплоть до 10 см. Тут видимо играет большую роль, что искать уже однажды найденное гораздо проще, чем искать в первый раз. Можно считать, что с небольшим любительским телескопом увидеть Деймос можно, но далеко не всегда, не везде и не всякому наблюдателю. И даже если это удалось, стоит вспомнить, например, про историю открытия N-лучей Блондло.

Харон – спутник Плутона. Обнаружить его существование удалось ещё позже, в 1978 году. Нечего и говорить, что для этого потребовались совсем не любительские телескопы. Нейтронные звезды столь малы, что в видимом диапазоне почти не заметны.

4. Выберите созвездия, которые на Южном полюсе Земли видны целиком.

1. Малая Медведица
2. Орион
3. Большая Медведица
4. Большой Пёс
5. Центавр
6. Южный Крест

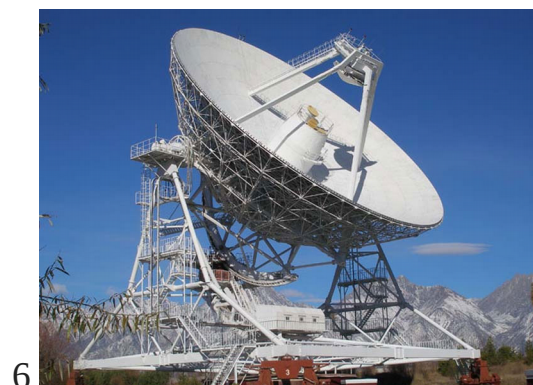
Правильный ответ: **456**

За ответ 2456 – половина баллов.

Пояснение: Обе Медведицы – северные созвездия и на Южном полюсе не видны совсем. Небесный экватор делит созвездие Ориона пополам. Поэтому на Южном полюсе будут видны только «ноги» Ориона.

5. Выберите из предложенных фотографий приборы, которые можно использовать для астрономических наблюдений.





Правильный ответ: **1246**

За ответ 126 – половина баллов.

Пояснение: Микроскоп (3) и томограф (5) для астрономических наблюдений не используются. Меридианный круг (4) – уже устаревший инструмент, но для наблюдений его использовать всё таки можно. Космический телескоп «Хаббл» (1), шестиметровый телескоп БТА (2) и радиотелескоп РТ-32 успешно работают в настоящее время.

6. Выберите из предложенных вариантов ответа дату, когда продолжительность ночи в Канберре (Австралия) наибольшая.

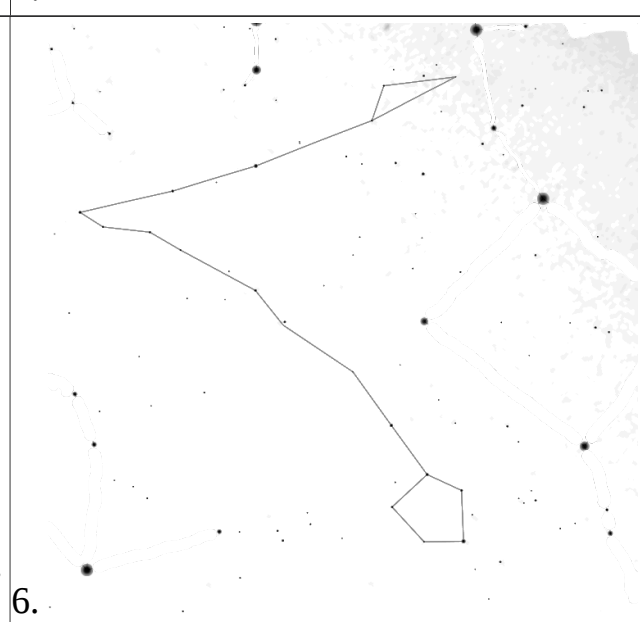
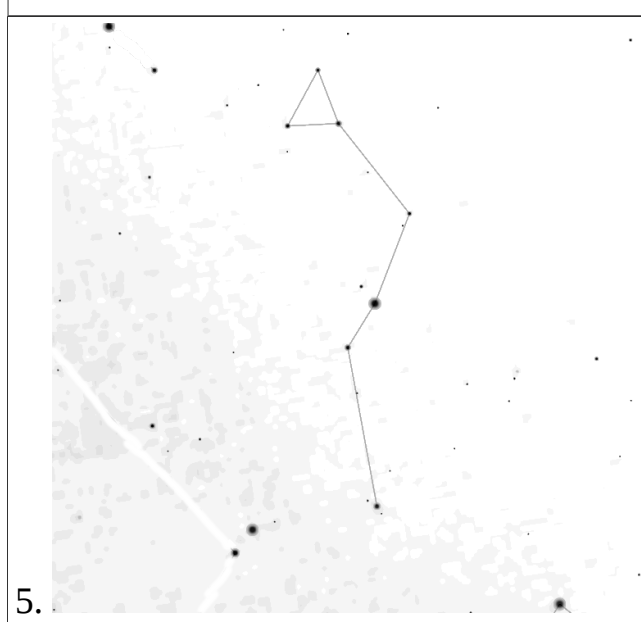
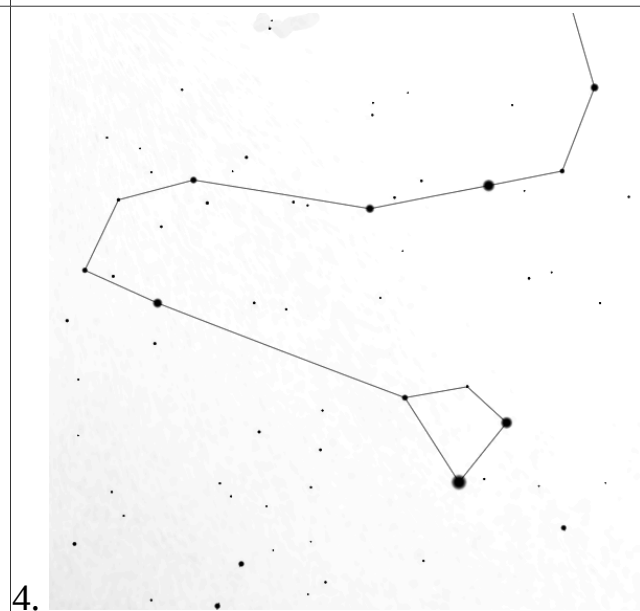
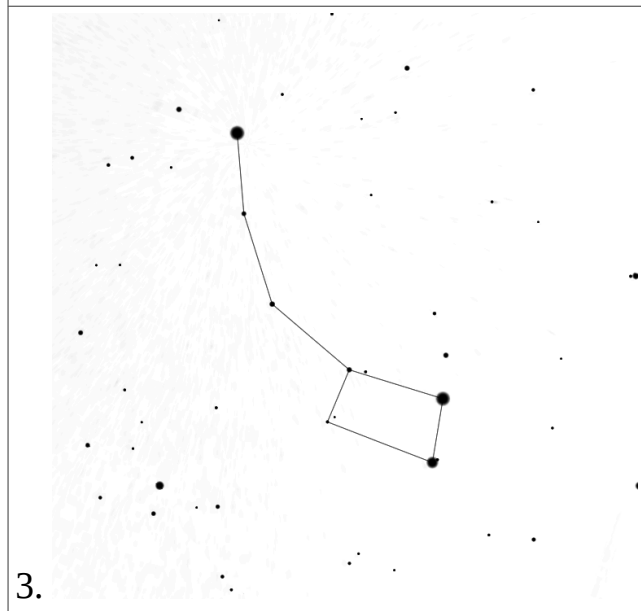
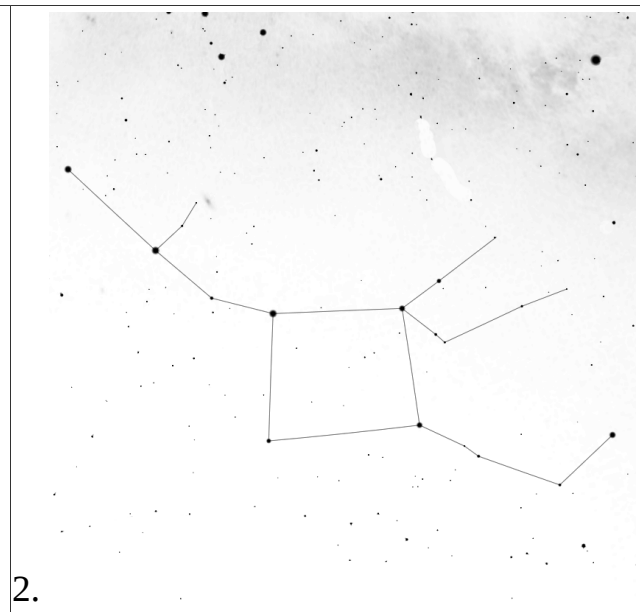
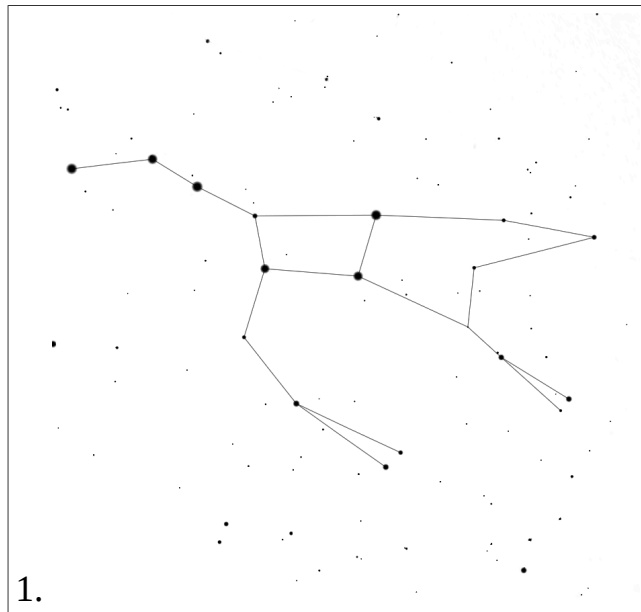
1. 10 января
2. 1 июня
3. 22 августа
4. 21 декабря
5. 20 сентября

Правильный ответ: **2**

Пояснение: Австралия находится в южном полушарии. Поэтому самая длинная ночь там тогда же, когда у нас самый длинный день, т. е. в день летнего солнцестояния. Самая близкая к этому дню дата среди предложенных – 1 июня.



7. На каком рисунке изображён астеризм созвездия Малая Медведица?

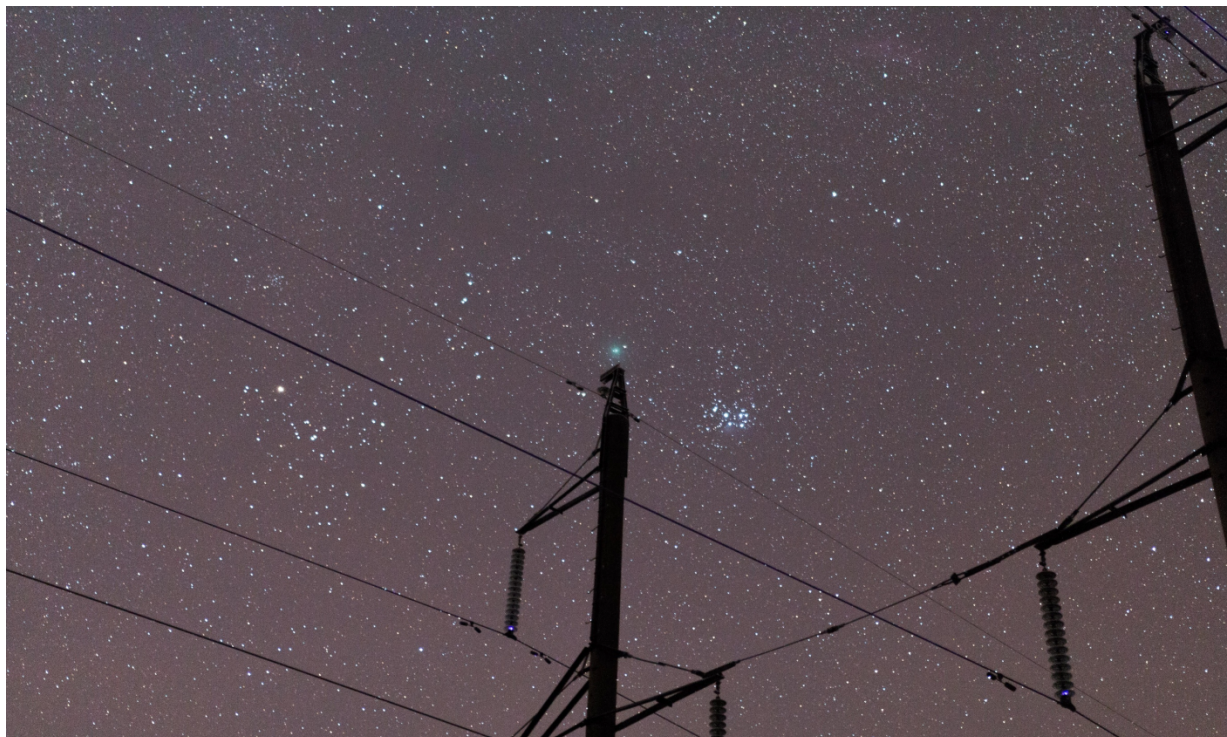


Правильный ответ: **3**

Пояснение: На остальных изображениях показаны: Большая Медведица (1), Андромеда и Пегас (2), Дракон (4), Змея, точнее, та её часть, которая называется Головой Змеи (5), Рыбы (6).

**8.** Выберите из списка созвездие, участок которого запечатлён на фотографии.

1. Телец
2. Кассиопея
3. Большая Медведица
4. Южный Крест
5. Малая Медведица



Правильный ответ: **1**

Пояснение: В центре фотографии, чуть правее столба, можно различить звёздное скопление Плеяды, легко узнаваемое благодаря своей форме. Левее столба видна яркая звезда Альдебаран в окружении звёзд скопления Гиады, сходное по форме с буквой «V». Это всё объекты из созвездия Тельца. Остальные созвездия находятся от Тельца достаточно далеко и не могли попасть на фотографию.

9. Выберите самую большую звезду из предложенных.

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1. Солнце            | 4. Бетельгейзе |
| 2. Проксима Центавра | 5. Арктур      |
| 3. Сириус            | 6. Полярная    |

Правильный ответ: 4

Пояснение: Бетельгейзе – красный сверхгигант. Такие звезды самые большие.

10. Астроном на Земле наблюдает Луну в фазе первой четверти, в 90 градусах от Солнца.

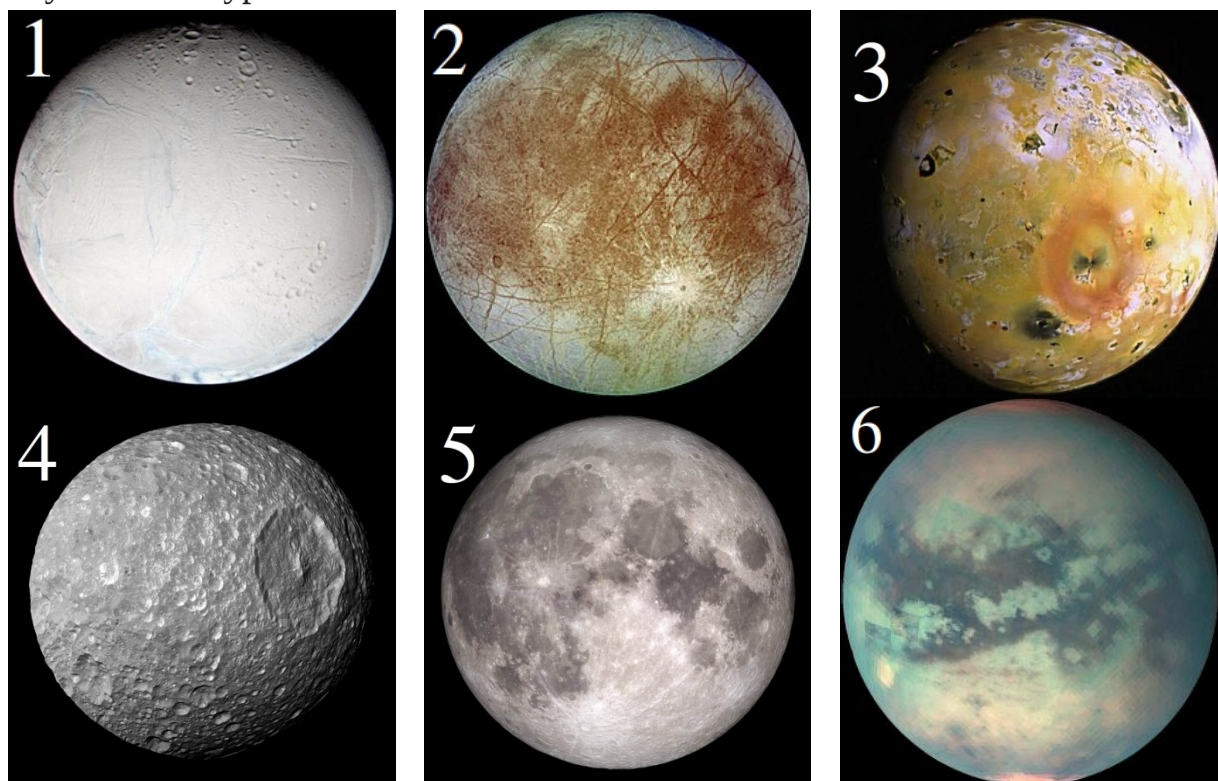
Какую часть диска Земли будет видеть освещённой астроном на Луне?

- |                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Весь диск          | 4. Четверть диска         |
| 2. Три четверти диска | 5. Вся Земля будет тёмной |
| 3. Половину диска     |                           |

Правильный ответ: 3

Пояснение: Если Луна находится в фазе четверти, то угол между Луной и Солнцем близок к  $90^\circ$ , и на небе мы видим половину диска Луны. Поскольку солнце гораздо дальше Луны, то для наблюдателей на Луне угол между Землёй и Солнцем также в это время близок к  $90^\circ$ , а значит, также будет видна половина диска.

11. Выберите из предложенных картинок те, на которых изображены спутники Сатурна.



Правильный ответ: **146**

Пояснение: 1 (Энцелад), 4 (Мимас) и 6 (Титан) – спутники Сатурна. Оставшиеся изображения: 2 (Европа) и 3 (Ио) – спутники Юпитера, 5 – Луна.

**12.** Выберете реально существующие лунные моря.

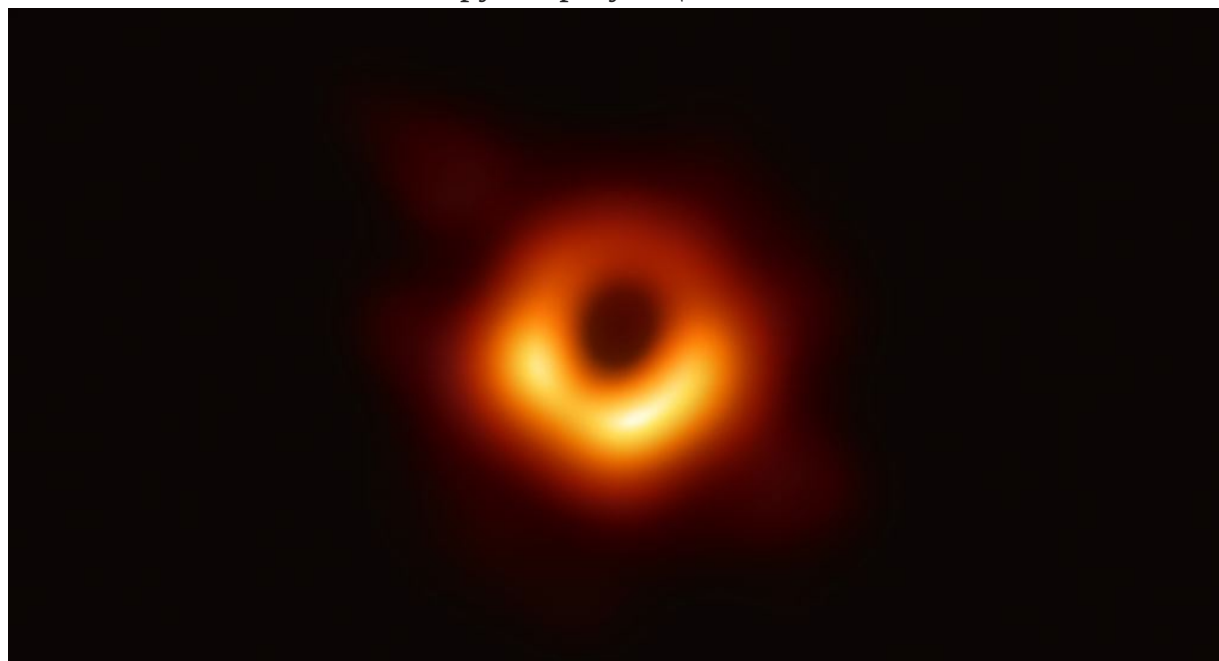
- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. Море Холода    | 4. Море Тумана   |
| 2. Море Влажности | 5. Море Нектара  |
| 3. Море Москвы    | 6. Море Кризисов |

Правильный ответ: **12356**

Если выбрано 4 правильных ответа и не выбран неправильный – половина баллов.

**13.** Что изображено на фотографии?

1. Центральная область нашей галактики
2. Неправильная галактика (в дальнем инфракрасном диапазоне)
3. Аккреционный диск сверхмассивной черной дыры
4. Функция рассеяния точки внезатменного коронографа
5. Квазар
6. Пылевая оболочка вокруг образующейся планетной системы



Правильный ответ: **3**

Пояснение: Это изображение аккреционного диска сверхмассивной чёрной дыры в центре галактики M87 было получено в 2019 году коллаборацией Телескоп горизонта событий (англ. Event Horizon Telescope)



в радиодиапазоне. Подобное изображение центра нашей Галактики получить не удалось.

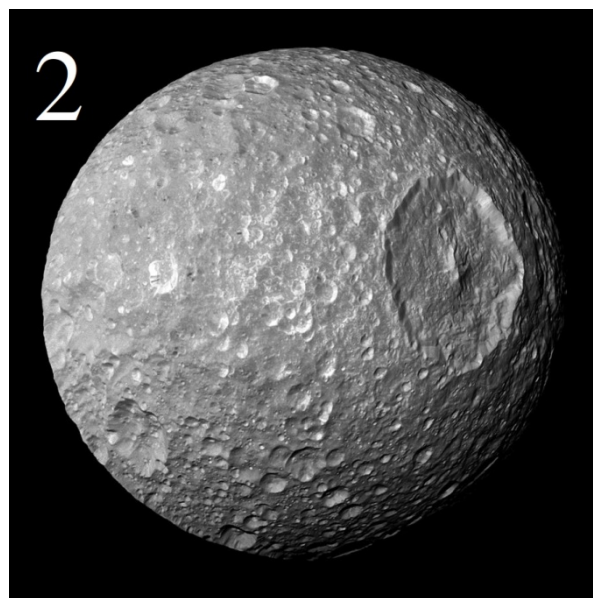
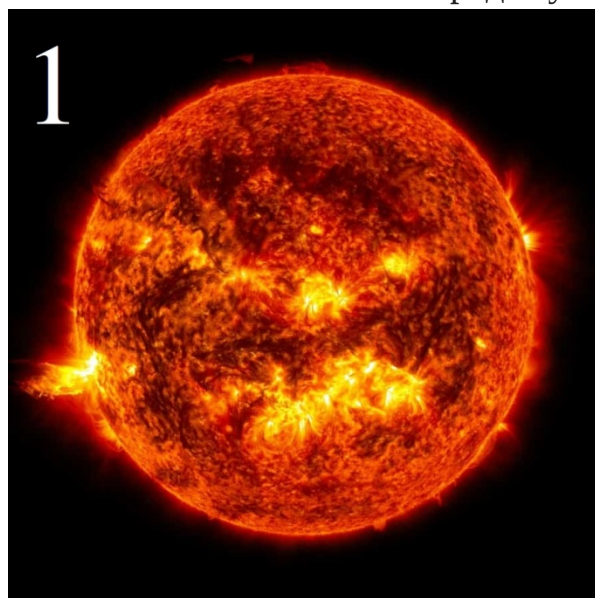
14. Оцените период обращения кометы, если она в перигелии может сближаться с Венерой, а в афелии – с Юпитером.

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1. 2.2 года | 4. 123 дня  |
| 2. 10.1 лет | 5. 59.6 лет |
| 3. 5.1 года |             |

Правильный ответ: 3

Пояснение: Большая полуось орбиты Венеры – 0.72 а.е., Юпитера – 5.2 а.е. Эти величины есть перигелийное и афелийное расстояния кометы. Отсюда, большая полуось кометы  $(0.72 + 5.2) / 2 = 2.96$  а.е. Период обращения по такой орбите из III закона Кеплера равен  $2.96^{3/2} \approx 5.1$  года.

15. Расставьте объекты в порядке увеличения их массы.





Правильный ответ: **423165**

За ответ 432165 – половина баллов.

Пояснение.

4 – Эверест. Его высота 8.848 км. Ширину горы оценить сложнее, поскольку её границы в хребте, в котором она расположена, проводятся достаточно условно. Можно оценить примерно в 20 км.

2 – Мимас. Это относительно небольшой спутник Сатурна. Поскольку он имеет круглую форму, то его радиус должен измеряться сотнями километров (в действительности около 200 км). Поэтому масса Мимаса больше массы Эвереста несмотря на меньшую плотность.

3 – Плутон. Его радиус около 1200 км. Очевидно, что он массивнее небольшого Мимаса.

1 – Солнце. Это центральное тело нашей Солнечной системы, превосходящее массой все остальные тела.

6 – Малое Магелланово Облако. Это галактика, содержащая множество звёзд, которая является спутником нашей Галактики. Можно не узнать в этом изображении Магелланово Облако, но определить его как неправильную галактику можно. Неправильные галактики – это небольшие звездные системы.

5 – Туманность Андромеды. Эта галактика превосходит по массе нашу Галактику, а значит, является самым массивным объектом в списке.

**16.** Рассчитайте минимальный размер кратера на Луне, который позволяет разглядеть земная атмосфера.

1. 2 м
2. 20 м
3. 200 м
4. 2 км
5. 20 км
6. 200 км

Правильный ответ: **4**

Пояснение: Даже в самых лучших условиях наблюдений атмосфера «замывает» детали, меньшие 1". Такой угловой размер на расстоянии Луны от Земли соответствует линейному размеру  $384000 \text{ км} \cdot 1'' / 206265''/\text{рад} \approx 2 \text{ км}$ .

**17.** Сколько времени понадобится нейтрино, образовавшемуся в центре Солнца, чтобы добраться до его поверхности?

1. Около миллиона лет
2. Чуть больше 2-х секунд
3. 10.5 минут
4. 2-3 часа
5. 1.54 года
6. 0.1 секунды

Правильный ответ: **2**

Пояснение: Вещество Солнца прозрачно для нейтрино, поэтому оно покидает солнечные недра беспрепятственно со скоростью близкой к скорости света. Радиус Солнца равен 700 000 км, следовательно искомое время

$$7 \cdot 10^5 \text{ км} / 3 \cdot 10^5 \text{ км/с} = 7/3 \approx 2.(3)$$

**18.** Маятниковые часы перевезли с Земли на Луну. Как изменится скорость их хода?

1. На Луне часы будут идти в 6 раз быстрее
2. На Луне часы будут идти в 6 раз медленнее
3. На Луне часы будут идти в 2.5 раза быстрее
4. На Луне часы будут идти в 2.5 раза медленнее
5. Скорость хода не изменится

Правильный ответ: **4**



Пояснение: Период колебаний маятника равен

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

где  $l$  – длина подвеса, а  $g$  – ускорение свободного падения. При переносе на Луну изменяется ускорение свободного падения  $g \propto M/r^2$ , где  $M$  – масса планеты, а  $r$  – её радиус. Поскольку масса Луны составляет 1/81 массы Земли, а радиус – 0.27 земного, то  $g$  на Луне составит только 1/6 земного, а период увеличится в  $\sqrt{6} \approx 2.5$  раза. Раз маятник стал колебаться медленнее, то и часы идут медленнее в 2.5 раза.

19. Спиральная галактика какого морфологического типа по Хаббл изображена на фотографии?

1. Ir
2. E0
3. E5
4. S0
5. Scd
6. SBbc



Правильный ответ: 6

За ответ 5 – половина баллов.

Пояснение: Значение обозначений: Ir – неправильная галактика, E – эллиптическая галактика (E0 – круглой формы, E5 – сплюснутая), S0 – линзовидная галактика, S – спиральная галактика, SB – спиральная галактика с перемычкой (баром).

На фотографии спиральная структура ясно видна, что исключает ответы 1-4. Прямая перемычка между двумя спиральными рукавами, проходящая через центр галактики, однозначно относит её к типу SB.

20. Астроном наблюдает две звезды, причём одна из них в 251 раз ярче, чем другая. Известно, что более яркая звезда имеет нулевую звёздную величину. Определите блеск более слабой звезды. Ответ округлите до целых и введите только число.

Правильный ответ: 6

Пояснение: По формуле Погсона разность звёздных величина равна  $m - 0^m = 2.5 \lg 251 \approx 6$ .