

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по
астрономии****2023-2024 гг.****8-9 класс****Ключи и критерии****Задача №1**

В некоторый момент времени звезда находится на высоте 75° над горизонтом, при этом её прямое восхождение в точности равно звёздному времени в этой точке. На какой широте это возможно? Координаты звезды: $\delta = 73^\circ, \alpha = 14^h$.

Решение:

Часовой угол любого светила можно выразить как $s = t + \alpha$, где s — звездное время, t — часовой угол. Таким образом, $s = \alpha$ только в момент $t = 0$ — это соответствует верхней кульминации. Запишем формулу высоты в верхней кульминации: $h_{в.к.} = 90 - |\delta - \varphi|$, где φ — географическая широта места. Раскрытие модуля даёт два значения для широты: $\varphi = 58^\circ, \varphi = 88^\circ$.

Критерии:

- Обоснование, что звезда находится в верхней кульминации — 2 балла. При использовании формулы верхней кульминации без обоснования даёт 0 баллов за этот пункт.
- За верное нахождение каждого значения широты оценивается в 3 балла.

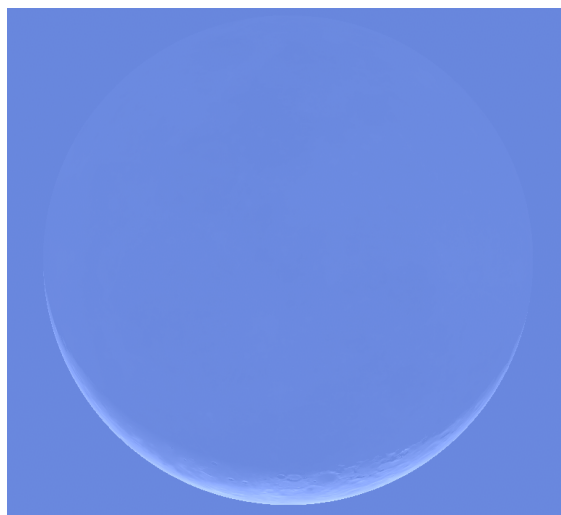
Максимальный балл — 8**Задача №2**

a. В сказках часто фигурирует словосочетание «челнок Луны» — таким лирическим образом авторы описывают лунный серп. Возможно ли действительно наблюдать Луну в виде лодки, т. е. так, чтобы серп был расположен на небе горизонтально как челнок?

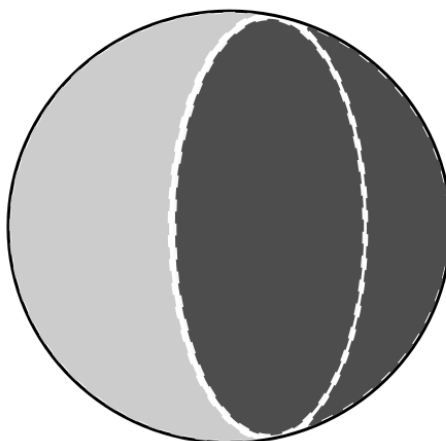
b. Посмотрите на флаг Туниса. Какая Луна на нём изображена: растущая или убывающая? Можно ли наблюдать такую форму Луны? Можно ли теоретически наблюдать звезду в таком расположении относительно Луны? Ответ обоснуйте. Тунис расположен в Северном полушарии.

**Решение:**

а. Да, это возможно. Наиболее часто это явления наблюдается вблизи экватора, однако при определённом стечении обстоятельств это явление можно наблюдать даже в Москве. Пример изображения Луны, снятого на широте 8° ю. ш.



б. Поскольку Тунис расположен в Северном полушарии, на флаге изображена убывающая (стареющая) Луна. Однако в реальности терминатор (т. е. линия, отделяющая освещённую часть Луны от неосвещённой) всегда образован полуэллипсом, а не полукругом. В реальности Луна выглядит примерно следующим образом в данной фазе:



При этом Луна своим объемом перекрывает свет от звёзд, которые она покрывает, а значит, такое расположение звезды по отношению к Луне невозможно.

Критерии:

- Правильный ответ на первый вопрос — 2 балла.
- Указание на убывающую Луну — 2 балла.
- Указание, что терминатор должен быть полуэллипсом — 2 балла.
- Указание, что такое расположение звезды нельзя увидеть — 2 балла.

Максимальный балл — 8

Задача №3

Чему равен угловой размер двухрублёвой монеты на расстоянии вытянутой руки? Ответ выразите в угловых минутах и секундах. Будет ли монета в таком случае перекрывать Солнце при наблюдении с Меркурия? Ответ обоснуйте. Будем считать, что диаметр двухрублёвой монеты 23мм, а длина вытянутой руки 80см.

Решение:

Угловой размер монеты на расстоянии вытянутой руки $\frac{2.3}{80} = 98'50''$. При этом угловой размер Солнца на расстоянии большой полуоси Меркурия $\frac{(2 \cdot 695000 \text{ км})}{0.3871 \text{ а. е.}} = 82'17''$, что несколько меньше монеты.

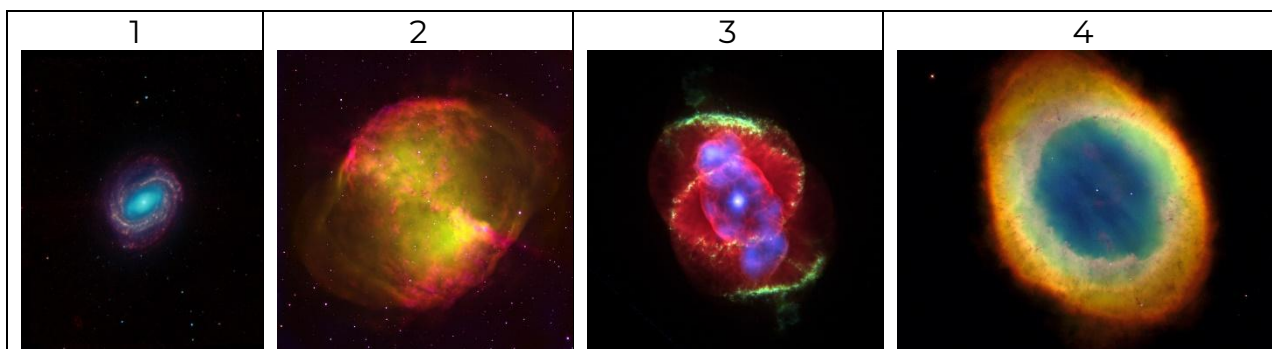
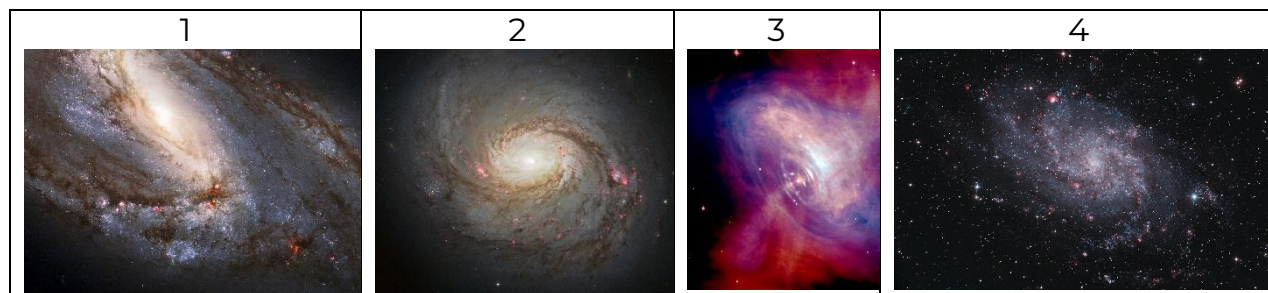
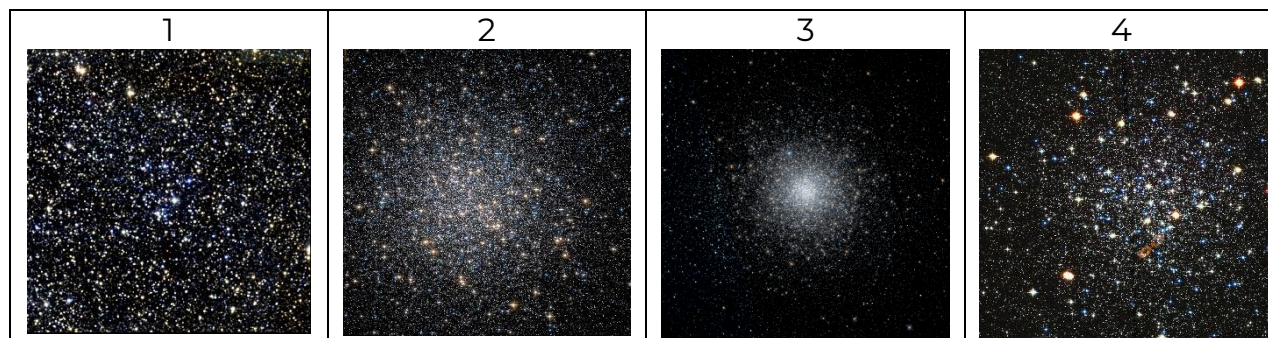
Критерии:

- Корректно рассчитанный угловой размер монеты — 4 балла
- -2 балла, если ответ указан не в угловых минутах и секундах
- Правильное сравнение угловых размеров с Солнцем — 4 балла.

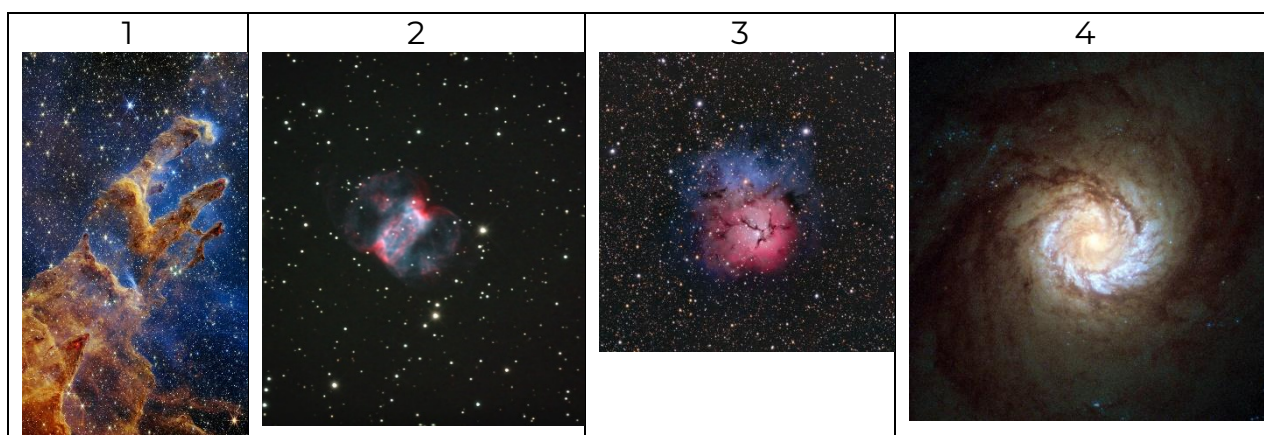
Максимальный балл — 8

Задача №4

Перед вами четыре ряда фотографий, в каждом ряду — по четыре фотографии объектов Мессье. Выберите в каждом ряду лишний объект и обоснуйте свой выбор.

А.

В.

С.


D.



Решение:

Правильный ответ отмечен **жирным шрифтом**.

Ряд А: **М 58 (Галактика)** — М 27 (Туманность Гантель) — NGC 6543 (Туманность Кошачий Глаз) — М 57 (Туманность Кольцо).

Ряд В: М 66 (Галактика) — М 77 (Галактика) — **М 1 (Крабовидная туманность)** — М 33 (Галактика).

Ряд С: **М 18 (Рассеянное скопление)** — М 13 (Шаровое скопление) — М 75 (Шаровое скопление) — М 12 (Шаровое скопление).

Ряд D: М 16 (Туманность Орёл) — М 76 (Туманность Маленькая Гантель) — М 20 (Троёная туманность) — **М 61 (Галактика)**.

Критерии:

- За каждый правильно выбранный объект ставится 1 балл.
- Ещё 1 балл выставляется за каждое корректно названное название типа выбранного объекта и типа остальных объектов.

Максимальный балл — 8

Задача №5

Представьте, что астрономы обнаружили новую планету Солнечной системы, которая находится аккуратно посередине между орбитами Земли и Марса. Найдите синодический период этой планеты, если она движется в том же направлении, что и Земля, относительно Солнца.

Решение:

Для начала найдём сидерический период этой планеты. Исходя из условия, радиус орбиты планеты $1 + \frac{1.5a.e. - 1a.e.}{2} = 1.25 a.e.$ По закону Кеплера, $T^2 = a^3$, $\rightarrow T = \sqrt{a^3} = 1.4$ года. Воспользуемся формулой для синодического периода: $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{внутр}} - \frac{1}{T_{внеш}}$ $\rightarrow S = 3,5$ года.

Критерии:

- Верно найден радиус орбиты планеты — 2 балла.
- Записан третий закон Кеплера — 1 балл.
- Получено верное значение сидерического периода — 2 балла.
- Записана верная формула для синодического периода — 1 балл.
- Получен верный ответ — 2 балла.

Максимальный балл — 8

Задача №6

Барон Мюнхгаузен создал хитроумное изобретение, которое позволило увеличить орбиту Меркурия на 1 Мегаметр. Какой станет период обращения Меркурия? Выразите ответ в земных сутках. С какой скоростью он будет передвигаться по своей орбите?

Решение:

По закону Кеплера, $T^2 = a^3$. Согласно этому, период после увеличения орбиты

$$T = \sqrt{\left(a_{\text{Мерк}} + \frac{10^6 \text{ м}}{1 \text{ а.е.}}\right)^3} = 0.247 \text{ года} = 90.2 \text{ сут.}$$
 Орбитальную скорость найдём по

формуле $V = \frac{2\pi(a_{\text{Мерк}} + 10^6 \text{ м})}{T} = 47.48 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$

Критерии:

- Записан третий закон Кеплера — 2 балла.
- Получено верное значение периода — 3 балла.
- -2 балла, если ответ записан не в земных сутках.
- Записана верная формула для скорости — 1 балл.
- Получено верное значение скорости — 2 балла.

Максимальный балл — 8

Максимальный балл за олимпиаду — 48