

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

АСТРОНОМИЯ. 2024 г.

ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП. 9-10 КЛАССЫ

Максимальное количество баллов — 102

Задание № 1

Фазой Луны называется отношение площади освещённой части видимого диска ко всей его площади, которое может принимать значения от 0 до 1. Синодический период Луны равен 29.5 суток, сидерический период равен 27.3 суток.

Установите соответствие между названием фазы и её величиной.

Ответ:

Новолуние	0
Полнолуние	1
Первая четверть	0.5
Последняя четверть	0.5

За каждую верную пару — 1 балл.

Максимальный балл за задание — 4.

Решение.

В случае новолуния Луна обращена к Земле неосвещённой стороной, следовательно, фаза равна 0. В полнолуние фаза равна 1 (наблюдатель видит полностью освещённый диск). В первой четверти и в последней четверти фаза равна 0.5 (освещена половина видимого диска).

Задание № 2

Какое минимальное время может пройти от фазы 0.5 до фазы 1? Ответ выразите в сутках, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [7.1; 7.5]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Период смены лунных фаз — это синодический период (29.5 суток). Значит, от новолуния до полнолуния пройдёт половина синодического периода. Фаза 0.5 может соответствовать как первой четверти, так и последней, но, так как нужно найти минимальное время, следует выбрать первую четверть. Таким образом, от первой четверти до полнолуния пройдёт:

$$\frac{29.5 \text{ суток}}{4} \approx 7.4 \text{ суток.}$$

Задание № 3

На Северном полюсе Земли в течение 3 часов над горизонтом наблюдалось движение звезды со склонением $\delta = +40^\circ$ из созвездия Лебедя.



Сколько раз звезда в течение следующих суток зайдёт под горизонт?

Ответ:

- 0
- 1
- 2
- 3

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение.

Суточное движение светил на Северном полюсе происходит параллельно плоскости математического горизонта. Поэтому все звёзды (кроме Солнца) будут или незаходящими или невосходящими. Указанная звезда из созвездия Лебедя имеет положительное склонение (то есть находится в северном полушарии небесной сферы), а значит, за горизонт не зайдёт ни разу.

Задание № 4

За какое время звезда совершит один оборот вдоль своей суточной параллели?

Ответ:

- 5 ч 59 м
- 11 ч 58 м
- 12 ч 00 м
- 23 ч 56 м
- 24 ч 00 м
- 24 ч 04 м

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение.

Период движения звезды по суточной параллели — звёздные сутки (примерно 23 ч 56 м).

Задание № 5

Чему было равно зенитное расстояние звезды в момент начала наблюдений?

Ответ выразите в градусах.

Ответ: 50

Точное совпадение ответа — 8 баллов.

Решение.

На Северном полюсе Земли точки зенита и Северного полюса мира совпадают. Зенитное расстояние звезды в процессе наблюдений меняться не будет, оно будет равно полярному расстоянию, которое, в свою очередь, равно:

$$90^\circ - \delta = 50^\circ.$$

Задание № 6

Известно, что радиус некой экзопланеты равен 10000 км, а период обращения вокруг оси составляет 16 часов.

Чему равна линейная скорость движения точки экватора этой планеты? Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [1040; 1095]

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение.

Скорость движения точки экватора равна:

$$\frac{2\pi R}{T} \approx 3927 \frac{\text{км}}{\text{час}} \approx 1091 \text{ м/с}.$$

Задание № 7

Чему равна линейная скорость движения точки, находящейся на широте 60° ?

Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [520; 550]

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Длина параллели на широте φ равна $2\pi R \cos \varphi$, следовательно, скорость движения точки, находящейся на широте 60° , равна:

$$\frac{2\pi R \cos 60^\circ}{T} = v_{\text{ЭКВ}} \cos 60^\circ \approx 545.5 \text{ м/с.}$$

Задание № 8

Чему равна линейная скорость движения точки, находящейся на полюсе планеты? Ответ выразите в м/с, округлите до целых.

Ответ: 0

Точное совпадение ответа — 2 балла.

Решение.

По определению, полюс планеты — это точка, где ось вращения планеты пересекается с её поверхностью. Скорость этой точки равна 0.

Задание № 9

На рисунке показана восточная сторона горизонта в средних широтах Северного полушария Земли. Точка востока обозначена треугольником.



Установите соответствие между датой и положением точки восхода Солнца.

Ответ:

20 мая 1988 г.	1
20 апреля 1933 г.	2
20 марта 2023 г.	3
20 февраля 2020 г.	4
20 января 1933 г.	5

За каждую верную пару — 2 балла.

Максимальный балл за задание — 10.

Решение.

Год при решении не важен. Известно, что положение точки восхода Солнца в средних широтах Северного полушария смещается следующим образом:

летом Солнце восходит севернее точки востока, зимой — южнее точки востока, а в дни равноденствий — практически на востоке. Самая левая точка на рисунке наиболее смещена к северу, соответствующая ей дата должна быть самой близкой (из списка) к дню летнего солнцестояния (которое приходится примерно на 20 июня). Значит, точка 1 — 20 мая, тогда точка 2 — 20 апреля, точка 3 — 20 марта (равноденствие), 4 — 20 февраля и точка 5, наиболее смещённая к югу — это 20 января (дата, наиболее близкая к зимнему солнцестоянию).

Задача № 10

Шарообразная туманность имеет радиус 20000 а.е.

Примечание: 1 пк = 206265 а.е.

Определите угловой диаметр туманности при её наблюдении с расстояния 1 пк. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [10; 12]

Точное совпадение ответа — 7 баллов.

Решение.

Задачу можно решать разными способами. С расстояния 1 пк одна астрономическая единица была бы видна под углом 1". Для малых углов угловой размер пропорционален физическому размеру и обратно пропорционален расстоянию до объекта. Диаметр туманности составляет 40000 а.е. Значит, он виден под углом 40000" или примерно 11°. Подчеркнем, что такая пропорция справедлива только для малых углов (11° еще считается малым углом).

Задание № 11

Определите угловой диаметр туманности при её наблюдении с расстояния 1 килопарсека. Ответ выразите в угловых секундах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [39; 41]

Точное совпадение ответа — 7 баллов.

Решение.

В случае увеличения расстояния в 1000 раз угловой размер уменьшится в 1000 раз и составит:

$$40000'' \div 1000 = 40''.$$

Задача № 12

В астрономии принято отсчитывать азимут от точки юга по часовой стрелке вдоль математического горизонта. Он называется астрономическим в противоположность географическому азимуту, отсчитываемому в ту же сторону от точки севера.

Звезда восходит на северо-востоке. Чему равен её астрономический азимут?

Ответ:

- 0°
- 45°
- 90°
- 135°
- 180°
- 187°
- 225°
- 270°

Точное совпадение ответа — 4 балла.

Решение.

Географический азимут точки восхода звезды — 45° (северо-восток).
Астрономический азимут на 180° отличается от географического
и составляет:

$$45^\circ + 180^\circ = 225^\circ.$$

Задача № 13

В средних широтах Северного полушария Земли звезда взошла в точке с астрономическим азимутом 330° . Чему будет равен астрономический азимут точки её захода? Ответ выразите в градусах.

Ответ: 30

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Точки восхода и захода расположены симметрично относительно точки юга, астрономический азимут которой равен 0° (или 360°). От точки восхода до точки юга $360^\circ - 330^\circ = 30^\circ$, значит, от точки юга до точки захода — тоже 30° .

Задача № 14

Радиусы орбит двух астероидов отличаются в 2 раза.

Во сколько раз отличаются их периоды обращения вокруг Солнца?

Ответ:

- Примерно в 1.41 раза
- Примерно в 1.6 раза

- Примерно в 2 раза
- ✓ Примерно в 2.8 раза
- Примерно в 4 раза
- Примерно в 8 раз

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Согласно третьему закону Кеплера:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = 8.$$

Тогда периоды обращений относятся как $\sqrt{8} \approx 2.8$.

Задача № 15

Во сколько раз отличаются скорости движения астероидов по орбите?

Ответ:

- Примерно в 1.2 раза
- ✓ Примерно в 1.41 раза
- Примерно в 1.6 раза
- Примерно в 2 раза
- Примерно в 4 раза
- Примерно в 8 раз

Точное совпадение ответа — 6 баллов.

Решение.

Отношение скоростей:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2\pi r_2}{T_2} \frac{T_1}{2\pi r_1} = \frac{r_2 T_1}{r_1 T_2} \approx \frac{2.8}{2} = 1.4.$$

Задача № 16

Установите соответствие между планетой и спутником.

Ответ:

Меркурий	Нет спутников
Венера	Нет спутников
Земля	Луна
Марс	Фобос
Юпитер	Ганимед
Сатурн	Титан
Нептун	Тритон

Точное совпадение ответа — 5 баллов.

Задача № 17

Вокруг звезды **X5676** обращается экзопланета. Период обращения равен 500000 секунд.

Выразите период обращения этой экзопланеты в земных годах, ответ округлите до тысячных. Длительность земного года принять равной 365.25 суток.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.015; 0.017]

Точное совпадение ответа — 5 баллов.

Решение.

Длительность периода обращения в годах:

$$\frac{500000 \text{ с}}{3600 \frac{\text{с}}{\text{час}} \cdot 24 \frac{\text{час}}{\text{сут}} \cdot 365.25 \frac{\text{сут}}{\text{год}}} \approx 0.0158 \text{ лет.}$$

Задача № 18

Как Солнце движется по эклиптике для земного наблюдателя, так и звезда **X5676** движется по «эклиптике» этой экзопланеты. Чему равна угловая скорость движения **X5676** по этой «эклиптике»? Ответ выразите в градусах/час, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [2.4; 2.8]

Точное совпадение ответа — 5 баллов.

Решение.

Звезда X5676 проходит 360° (делает полный круг по своей «эклиптике») за 500000 секунд. Тогда угловая скорость звезды:

$$\omega = \frac{360^\circ}{500000 \text{ с}} \approx 0.00072 \text{ }^\circ/\text{с} \approx 2.6 \text{ }^\circ/\text{час}$$

Задача № 19

Как соотносится длительность сумерек на экваторе и в средних широтах Земли?

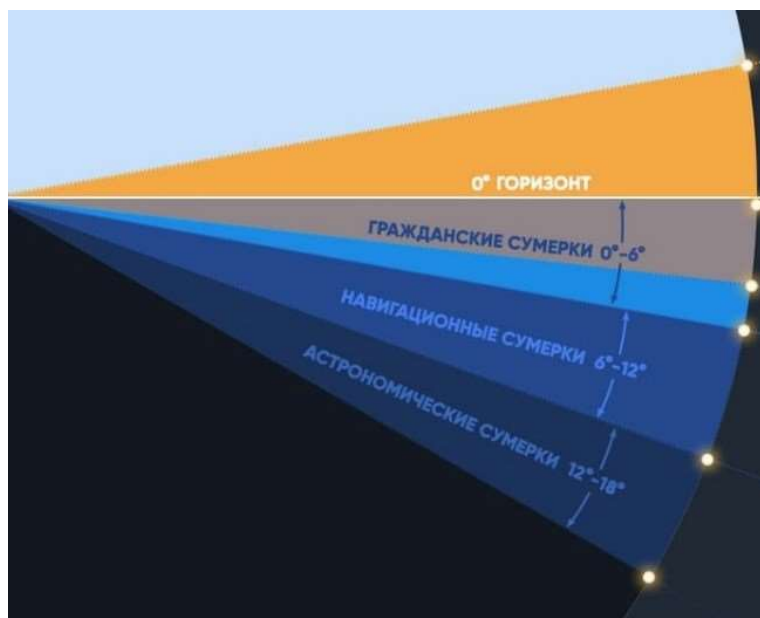
Ответ:

- Сумерки на экваторе длиннее
- Сумерки на экваторе короче
- Сумерки имеют одинаковую длительностью

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Задача № 20

Расположите сумерки разных типов в порядке уменьшения освещённости поверхности Земли.



Ответ:

- ✓ Гражданские сумерки
- ✓ Навигационные сумерки
- ✓ Астрономические сумерки

Точное совпадение ответа — 3 балла.

Решение.

Продолжительность сумерек зависит от угла, под которым Солнце заходит за горизонт. Чем меньше угол, под которым Солнце движется к горизонту, тем медленнее оно смещается по высоте и тем дольше длятся сумерки. На экваторе Солнце всегда заходит за горизонт вертикально (угол между суточной параллелью Солнца и плоскостью математического горизонта равен 90°). Следовательно, сумерки на экваторе короче, чем в средних широтах.