

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

АСТРОНОМИЯ. 2024 г.

ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП. 8 КЛАСС

Максимальное количество баллов — 100.

Задание № 1

Астрономическая солянка (10 баллов)

Какое из перечисленных созвездий является самым большим на небосводе?

1. Пегас
2. Большая Медведица
3. Дракон
4. Гидра
5. Кит
6. Дева

Правильный ответ: Гидра.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Какая из перечисленных звезд является самой яркой в южной полусфере небосвода?

1. Сириус
2. Канопус
3. Ригил/Толиман
4. Арктур
5. Вега
6. Капелла

Правильный ответ: Сириус.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Какая планета Солнечной системы из перечисленных имеет наибольшую массу?

1. Юпитер
2. Сатурн
3. Уран
4. Меркурий
5. Марс
6. Венера

Правильный ответ: Юпитер.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Какой из перечисленных спутников классических планет Солнечной системы имеет наибольшие размеры?

1. Луна
2. Европа
3. Ганимед
4. Каллисто
5. Ио
6. Титан

Правильный ответ: Ганимед.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Самым большим среди спутников классических планет Солнечной системы является Ганимед, крупнейший спутник Юпитера.

Галактики какого типа достигают самых больших размеров во Вселенной?

1. Эллиптические
2. Линзовидные
3. Спиральные
4. Неправильные

Правильный ответ: Эллиптические.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Самыми большими размерами во Вселенной обладают галактики эллиптического типа.

Задание № 2

Планеты Солнечной системы и их свойства (11 баллов)

У каких планет **НЕТ** системы колец?

1. Меркурий
2. Сатурн
3. Уран
4. Нептун

5. Юпитер

6. Марс

Правильный ответ: Меркурий, Марс.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую планету (максимальный балл 4); штраф: –1 балл за каждый ложный вариант ответа (минимальный балл 0).

Решение:

Все планеты-гиганты имеют свои системы колец, а вот у планет земной группы они отсутствуют. К данной группе среди перечисленных относятся Меркурий и Марс.

Задание № 3

Какие планеты находятся ближе к Солнцу, чем Главный пояс астероидов?

1. Меркурий

2. Венера

3. Сатурн

4. Марс

5. Юпитер

6. Уран

Правильный ответ: 1; 2; 4.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно определенную планету (максимальный балл 3); штраф: –1 балл за каждый ложный вариант ответа (минимальный балл 0).

Решение:

Главный пояс астероидов (ГПА) – это область пространства, расположенная между орбитами Марса и Юпитера на расстоянии $2.2 \div 3.6$ а.е., в которой располагаются более 6 миллионов астероидов. По сути ГПА, это протяженная граница между областью Солнечной системы, где расположены планеты земной группы, и областью, где находятся планеты-гиганты.

К первой группе планет относятся Меркурий, Венера, Марс. Они расположены ближе к Солнцу, чем ГПА. Ко второй группе относятся Юпитер, Сатурн. Еще более далеким от Солнца, чем планеты-гиганты является Плутон, принадлежащий группе планет-карликов. Т. о., Юпитер, Сатурн и Плутон располагаются дальше от Солнца, чем ГПА.

Задание № 4

Какие объекты можно увидеть с Земли только в бинокль или телескоп?

1. Меркурий
2. Венера
3. Сатурн
4. Нептун
5. Юпитер
6. Плутон

Правильный ответ: Нептун, Плутон.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую планету (максимальный балл 4); штраф: –1 балл за каждый ложный вариант ответа (минимальный балл 0).

Правильный ответ: Нептун, Плутон.

Решение:

Среди представленных объектов Солнечной системы только в бинокль или телескоп можно увидеть Нептун и Плутон, самые далекие планеты от Земли.

Задание № 5

Небесные тела и явления (16 баллов)

Дан список известных небесных тел и явлений.

Небесные тела	Небесные явления
1. Международная космическая станция	5. Взрыв сверхновой
2. Галактика Андромеды	6. Полярное сияние
3. Венера	7. Молния
4. Геостационарный спутник «Радуга»	8. Падение кометы Шумейкера-Леви-9 на Юпитер

Установите соответствие между небесными телами/явлениями и областями космического пространства, в которых они находятся/происходят.

- А) Атмосфера Земли
- Б) Околосферное внеатмосферное пространство (выше 180 км над Землей)
- В) Ближний космос (Солнечная система)
- Г) Дальний космос (вне Солнечной системы)

Правильный ответ: (А 6,7); (Б 1,4); (В 3,8); (Г 2,5).

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно определенную пару (максимальный балл 8).

Задание № 6

На какое из перечисленных тел ступала нога человека?

1. Международная космическая станция
2. Галактика Андромеды
3. Венера
4. Геостационарный спутник «Радуга»

Правильный ответ: Международная космическая станция.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Задание № 7

Какое из небесных тел представляется невооруженному глазу как диффузное протяжённое пятно с угловыми размерами порядка 1° ?

1. Международная космическая станция
2. Галактика Андромеды
3. Венера
4. Геостационарный спутник «Радуга»

Правильный ответ: Галактика Андромеды.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Галактика Андромеды представляется невооруженному глазу как диффузное протяженное пятно, с угловыми размерами порядка 1° . Несмотря на бóльшие, чем у Луны, угловые размеры, из-за диффузности и тусклости галактика Андромеды видна гораздо хуже нашей соседки.

Задание № 8

Какое небесное явление обусловлено гравитационным действием планеты-гиганта на малое тело, что приводит к изменению его орбиты и уничтожению последнего?

1. Взрыв сверхновой
2. Полярное сияние
3. Молния
4. Падение кометы Шумейкера-Леви-9 на Юпитер

Правильный ответ: Падение кометы Шумейкера-Леви-9 на Юпитер.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Падение кометы Шумейкера-Леви на Юпитер в 1994 году было обусловлено гравитационным действием планеты-гиганта на малое тело, что привело к изменению его орбиты и уничтожению последнего в атмосфере Юпитера.

Задание № 9

Какие явления могут наблюдаться и в атмосфере Земли, и в атмосферах других планет?

1. Взрыв сверхновой
2. Полярное сияние
- 3 Молния
4. Падение кометы Шумейкера-Леви-9 на Юпитер

Правильный ответ: Молния, Полярное сияние.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждый правильный ответ (максимальный балл 2); штраф: –1 балл за каждый ложный вариант ответа (минимальный балл 0).

Решение:

В атмосфере Земли, а также в атмосферах Венеры и планет-гигантов регулярно наблюдаются молнии и полярные сияния.

Задание № 10

Особенности григорианского календаря и даты в астрономии (16 баллов)

Даны даты рождения и смерти известных астрономов прошлого.

Астроном	Дата рождения	Дата смерти	Астроном	Дата рождения	Дата смерти
Николай Коперник	19.02.1473	24.05.1543	Тихо Браге	14.12.1546	24.10.1601
Ян Гевелий	28.01.1611	28.01.1687	Эдмунд Галлей	29.10.1656	14.01.1742
Фридрих Вильгельм Бессель	22.07.1784	17.03.1846	Федор Бредихин	01.12.1831	01.05.1904

Установите соответствие между именами астрономов и утверждениями о них.

Родился в високосный год.

Правильный ответ: Фридрих Вильгельм Бессель, Эдмунд Галлей.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждого правильно названного астронома

Решение:

Согласно общим канонам григорианского календаря, порядковый номер високосного года всегда кратен четырем. Среди представленных дат рождения лишь у Фридриха Вильгельма Бесселя и Эдмунда Галлея годы рождения удовлетворяют данному условию.

Родился в самый короткий месяц года.

Правильный ответ: Николай Коперник.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Как известно, самым коротким месяцем григорианского года является февраль. В этот месяц родился Николай Коперник.

Родился в первые сутки последнего месяца календарного года.

Правильный ответ: Федор Бредихин.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Последним месяцем календарного года является декабрь, а первые его сутки определяются как 1-е декабря. Согласно данной таблице, в этот день родился Федор Бредихин.

Годы жизни пришлись лишь на одно столетие.

Правильный ответ: Ян Гевелий.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Столетием традиционно называется промежуток времени продолжительностью 100 лет. За начало столетия традиционно выбирается полночь 1 января первого года идущего за годом, порядковый номер которого кратен 100 по летоисчислению григорианского календаря.

Окончанием столетия считается 31 декабря года, который обязательно кратен 100. Данному условию удовлетворяют даты жизни/смерти Яна Гевелия.

Задание № 11

Согласно нововведению григорианского календаря, каждый високосный год после 1582 года, который делится нацело на 100, но не делится на 400, становится исключением и не является високосным. Кто из перечисленных астрономов прожил эти года-исключения?

Правильный ответ: Эдмунд Галлей, Фридрих Вильгельм Бессель, Федор Бредихин.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждого правильно названного астронома (максимальный балл 6), штраф: –2 балла за каждый ложный вариант (минимальный балл 0).

Решение:

Очевидно годами-исключениями являются 1700, 1800 и 1900. Данные года-исключения прожили Эдмунд Галлей, Фридрих Вильгельм Бессель, Федор Бредихин.

Задание № 12

Ярчайшие звезды и их положение на небосводе (16 баллов)

Дан список ярчайших звезд ночного небосвода Земли.

Примечание: α – прямое восхождение светила, δ – склонение светила, r – расстояние от Солнца до звезды, выраженное в световых годах.

№	Название	α	δ	r , св.л.
1	Сириус (α Большого Пса)	$06^{\text{h}}45^{\text{m}}9^{\text{s}}$	$-16^{\circ}42'58''$	8.6
2	Канопус (α Киля)	$06^{\text{h}}23^{\text{m}}57^{\text{s}}$	$-52^{\circ}41'45''$	310
3	Ригил(А)/Голиман(В) (α Центавра АВ)	$14^{\text{h}}39^{\text{m}}35^{\text{s}}$	$-60^{\circ}50'15''$	4.3
4	Арктур (α Волопаса)	$14^{\text{h}}15^{\text{m}}40^{\text{s}}$	$19^{\circ}10'57''$	36.7
5	Вега (α Лирь)	$18^{\text{h}}36^{\text{m}}56^{\text{s}}$	$38^{\circ}47'01''$	25
6	Капелла (α Возничего)	$05^{\text{h}}16^{\text{m}}41^{\text{s}}$	$45^{\circ}59'53''$	42.2

Как известно, небесный экватор делит всю небесную сферу на две полусферы. Полусфера, в которой находится северный полюс мира, называется *северной*. Вторая полусфера называется *южной* (см. рис. 1).

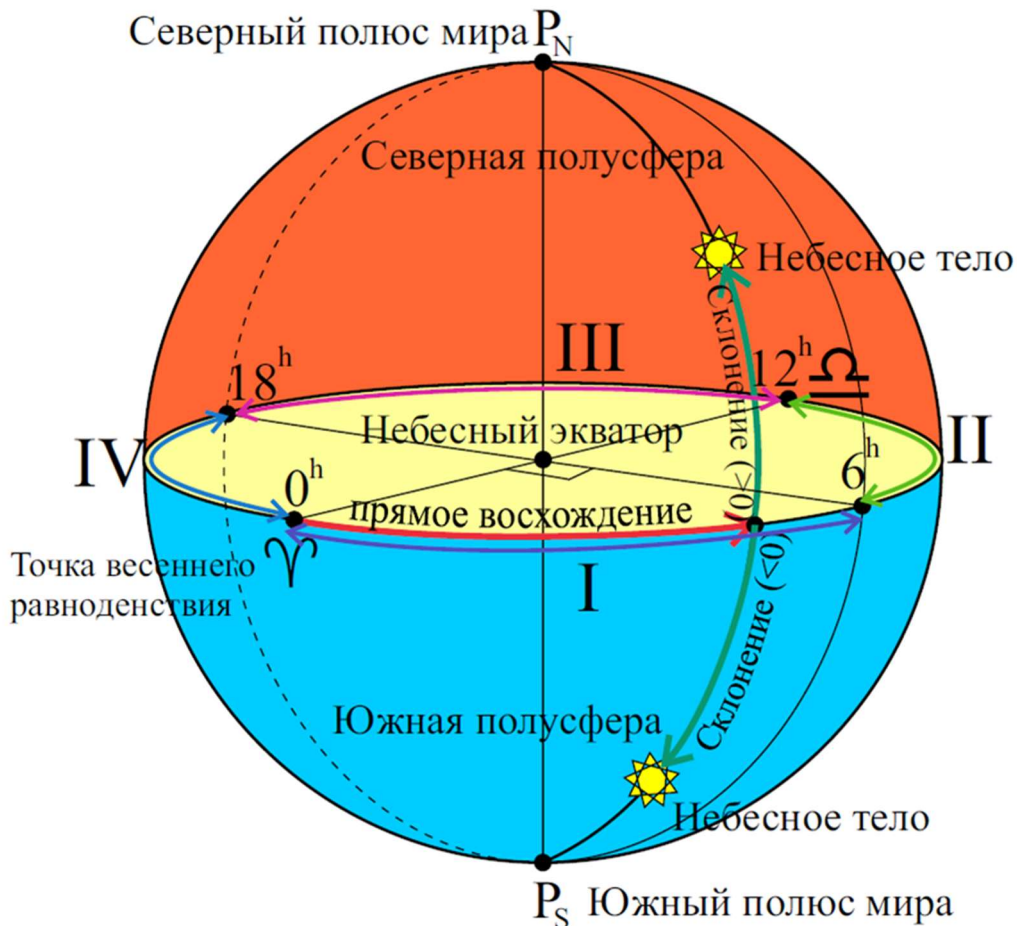


Рис. 1. К определению северной и южной полусферы и экваториальных координат светила.

В какой части небесной сферы располагается каждая из указанных звезд?

- А. Северная полусфера
- Б. Южная полусфера
- В. Небесный экватор

Правильный ответ: (1,Б), (2,Б), (3,Б), (4,А), (5,А), (6,А).

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно определенную пару (максимальный балл 6).

Решение:

В северной полусфере небосвода располагаются звезды с положительным склонением, в южной полусфере – с отрицательным склонением. И лишь на небесном экваторе располагаются звезды, склонение которых точно равно нулю.

Задание № 13

Какие из перечисленных звезд можно в принципе наблюдать с северного географического полюса?

Правильный ответ: Арктур, Вега, Капелла.

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно названную звезду (максимальный балл 3); штраф –1 балл за каждый ложный ответ (минимальный балл 0).

Решение:

С северного географического полюса могут быть видны лишь звезды, расположенные в северной полусфере небосвода, т.е. имеющие положительные склонения. К ним относятся Арктур, Вега, Капелла.

Задание № 14

Небесный экватор условно можно разделить на 4 четверти, нумерация которых проводится от точки весеннего равноденствия в сторону возрастания прямого восхождения (см. рис. 1, указаны цветными дугами со стрелками наружу). *Кругом склонения звезды* называется большой полукруг небесной сферы, проходящий через полюса мира и данную звезду. Круги склонений каких звезд пересекают небесный экватор в I-й и II-й четверти?

Правильный ответ: Сириус, Канопус, Капелла.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно названную звезду (максимальный балл 6); штраф –2 балла за каждый ложный ответ (минимальный балл 0).

Решение:

Согласно данному рисунку, первые и вторая четверти небесного экватора соответствуют значениям прямого восхождения из диапазона $[0^h, 12^h]$. Согласно данной таблице, прямые восхождения Сириуса, Канопуса и Капеллы принадлежат указанному интервалу.

Задание № 15

Какая из перечисленных звезд является ближайшей к Земле?

Правильный ответ: Ригил/Толиман.

Точное совпадение ответа: 1 балл.

Решение:

Согласно данной таблице, минимальное расстояние (4.3 св.г.) от Земли

как и от Солнца достигается в случае Ригила/Толимана.

Задание № 16

Точки кульминаций светил (10 баллов)

На рис. 2 представлена небесная сфера для жителя северного географического полушария, находящегося на широте ϕ ($\phi > 0$).

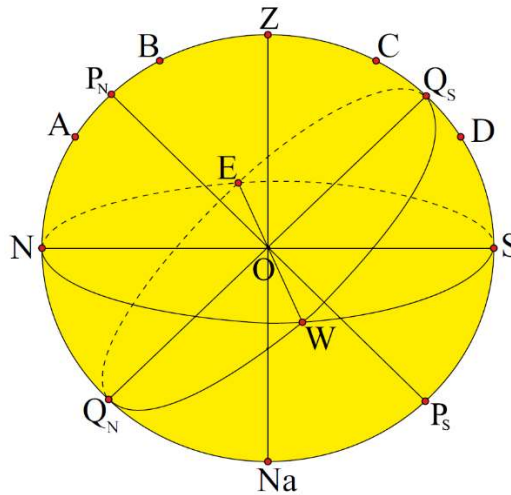


Рис. 2. Небесная сфера для жителя северного географического полушария. Отмечены следующие точки: P_N , P_S – северный и южный полюсы мира, Z , Na – зенит и надир места наблюдения, N , E , S , W – точки севера, востока, юга и запада соответственно; Также показаны линии: ZNa – отвесная линия, $P_N P_S$ – ось мира, NS – полуденная линия, EW – линия "восток-запад"; большие круги: $NESW$ – математический горизонт, $Q_N EQ_S W$ – небесный экватор, $P_N ZQ_S P_S Na Q_N$ – небесный меридиан.

Установите соответствие значений склонения δ_* светила точкам верхней кульминации, в которых оно может находиться.

Точки верхней кульминации	Верхняя кульминации светила со склонением
1. S	А) $\delta_* = -(90^\circ - \phi)$
2. D	Б) $-(90^\circ - \phi) < \delta_* < 0$
3. Q_S	В) $\delta_* = 0^\circ$
4. C	Г) $0^\circ < \delta_* < 90^\circ$, к югу от зенита
5. Z	Д) $\delta_* = \phi$
6. B	Е) $0 < \delta_* < 90^\circ$, к северу от зенита

Правильный ответ: (1,А); (2,Б); (3,В); (4,Г); (5,Д); (6,Е).

Точное совпадение ответа: 1 балл за каждую правильно названную пару (максимальный балл 6).

Решение:

Воспользуемся формулой для высоты светила в верхней кульминации к югу от зенита в случае наблюдателя, расположенного в северном географическом полушарии:

$$h_{\max} = 90^\circ - \phi + \delta_*. \quad (\text{I})$$

В случае точки S, лежащей точно на горизонте, $h_{\max} = 0$, следовательно из выражения (I) следует, что $\delta_* = -(90^\circ - \phi)$. Значит, имеем пару (1,А). Очевидно, Q_S лежит на небесном экваторе, где склонение светила равно нулю, т.е. $\delta_* = 0^\circ$. Имеем пару (3,В). Точка D лежит на небесном меридиане между точками S и Q_S в южной полусфере небосвода и ее склонение, очевидно, должно удовлетворять неравенству $-(90^\circ - \phi) < \delta_* < 0$. Тогда получаем пару (2,Б). Из рисунка очевидно, что склонение точки С больше нуля, но меньше 90° , при этом она на меридиане располагается к югу от зенита. Следовательно имеем пару (4,Г). Для зенита $h_{\max} = 90^\circ$, следовательно из выражения (2) получаем $\phi = \delta_*$. Получаем пару (5,Д). Последняя пара от безысходности и по смыслу – (6,Е).

Задание № 17

В каких точках меридиана может кульминировать светило, если его время t_d нахождения над горизонтом удовлетворяет неравенству:

$$0^h \leq t_d < 12^h. \quad (\text{II})$$

1. S
2. D
3. Q_S
4. C
5. Z
6. В

Правильный ответ: S, D.

Точное совпадение ответа: 2 балла за каждую правильно названную точку (максимальный балл 4); –1 балл за каждый ложный ответ (минимальный балл 0).

Решение:

Как известно, экваториальная звезда находится над горизонтом (без учета

рефракции) ровно 12^h . Звезды с положительным склонением движутся по суточным параллелям, большая часть которых расположена над горизонтом. Следовательно, последние видны более 12 часов. Видимость звезд с отрицательным склонением составляет менее 12 часов. Следовательно, условие (II) будет выполняться для звезд, кульминирующих в точках S, D.

Задание № 18

Координаты светил и широта местности (6 баллов)

Если дуги небесного меридиана $\tilde{N}P_N$ и $P_N\tilde{Z}$ полагать равными между собой, т. е.

$$\tilde{N}P_N = P_N\tilde{Z}, \quad (1)$$

то чему будет равна широта места наблюдения жителя?

1. 0°
2. 15°
3. 30°
4. 45°
5. 60°
6. 90°

Правильный ответ: 45° .

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Очевидно, угол $\angle NOZ = 90^\circ$, поскольку отвесная линия перпендикулярна плоскости математического горизонта. С другой стороны, согласно условию задачи, дуги небесного меридиана $\tilde{N}P_N$ и $P_N\tilde{Z}$ равны между собой, следовательно каждая из них имеет протяженность 45° . Как известно, высота видимого полюса мира над горизонтом ($\angle NOP_N$, соответствующий дуге $\tilde{N}P_N$) равна широте места наблюдения ϕ , т. е.

$$\phi = \angle NOP_N = \tilde{N}P_N = 45^\circ.$$

Задание № 19

Чему будет равна высота светила, кульминирующего в точке С, если дуги небесного меридиана $\tilde{N}A$, $A\tilde{B}$, $B\tilde{Z}$, $Z\tilde{C}$, $C\tilde{D}$, $D\tilde{S}$ полагать равными между собой? Т. е.

$$\tilde{N}A = A\tilde{B} = B\tilde{Z} = Z\tilde{C} = C\tilde{D} = D\tilde{S}. \quad (2)$$

1. 0°
2. 15°
3. 30°
4. 45°
5. 60°
6. 90°

Правильный ответ: 60° .

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Поскольку угол $\angle NOS = 180^\circ$ и выполняются условие (2), значит каждая из дуг $\check{N}A$, $\check{A}B$, $\check{B}Z$, $\check{Z}C$, $\check{C}D$, $\check{D}S$ небесного меридиана имеют протяженность 30° . Высота звезды, кульминирующей в точке С равна, согласно рисунку,

$$h_{max}^{(C)} = \check{C}D + \check{D}S = 30^\circ + 30^\circ = 60^\circ.$$

Задание № 20

Чему равно склонение светила, кульминирующего в точке D, при наблюдении вышеуказанных условий (1)-(2)?

1. -45°
2. -15°
3. 0°
4. 15°
5. 45°
6. 60°

Правильный ответ: -15° .

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Склонение светила, кульминирующего в точке D, очевидно отрицательное, поскольку звезда располагается в южной полусфере небосвода, а его величина равна дуге $Q_S D$. Заметим, что углы $\angle ZOQ_S$ и $\angle Q_S OS$ равны между собой, согласно теореме о равенстве углов со взаимно перпендикулярными сторонами и равенству дуг $\check{N}P_N$ и $P_N \check{Z}$. Значит дуги $\check{Z}Q_S$ и $\check{Q}_S S$ также равны 45° . Тогда искомое склонение:

$$\delta_*^{(D)} = -(\check{Q}_S S - \check{D}S) = -(45^\circ - 30^\circ) = -15^\circ.$$

Задание № 21

Свет, галактика, планета (5 баллов)

Диск Галактики Млечный путь имеет радиус 15 килопарсек. За сколько лет свет пройдет в космосе расстояние, равное ее диаметру? Свет распространяется в пустоте со скоростью 300000 км/с; 1 парсек = 3.26 св. года = $3.086 \cdot 10^{13}$ км. Ответ округлите до целых.

Правильный ответ: [97000,99000].

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение:

Очевидно, диаметр Галактики равен 30 кпк. С учетом того, что 1 пк = 3.26 св. год, выразим ее диаметр в световых годах: 97800 св. лет. Поскольку расстояние в один световой год свет проходит за один год, значит, искомое время составляет 97800 лет. В качестве ответа выступает число из интервала [97000,99000].

Задание № 22

Какое целое количество оборотов относительно Солнца совершит самая далекая классическая планета – Нептун – за время, найденное в предыдущем пункте? Период обращения Нептуна вокруг Солнца составляет 165 лет.

Правильный ответ: [588,600].

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Количество оборотов, которое совершит за время, найденное в предыдущем пункте, относительно Солнца самая далекая классическая планета – Нептун, есть

$$N = \left[\frac{97800}{165} \right] = 592.$$

В последнем выражении квадратными скобками указана операция взятия целой части от представленной дроби. В качестве ответа выступает число из интервала [588,600].

Задание № 23

Годичный параллакс и граница Солнечной системы (5 баллов)

Гравитационная граница Солнечной системы расположена от Солнца на расстоянии 1.87 св. года.

Выразите данное расстояние в астрономических единицах. Ответ округлите до целых. Один световой год равен 63241 астрономической единице.

Правильный ответ: [117000,119000].

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Искомое расстояние в астрономических единицах составляет значение:

$$r = 1.87 \times 63241 \text{ а.е.} = 118261 \text{ а.е.}$$

В качестве ответа выступает число из интервала [117000, 119000].

Задание № 24

Определите годичный параллакс тела, точно расположенного на границе Солнечной системы. Ответ выразите в угловых секундах, округлите до десятых. Радиус земной орбиты равен 1 а. е.

Правильный ответ: [1.6,1.8].

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение:

Согласно определению, *годичным параллаксом* называется максимальное значение угла, под которым с небесного тела виден радиус a_{\oplus} земной орбиты, т. е.

$$\pi'' = \frac{a_{\oplus}}{r} \times 206265'' = \frac{1}{118261} \times 206265'' = 1.7''.$$

В качестве ответа выступает число из интервала [1.6, 1.8].

Задание № 25

Мусульманский календарь и его месяцы (5 баллов)

Известно, что 34 мусульманских лунных года равны 33 годам григорианского календаря. Средняя продолжительность григорианского года составляет 365.2425 суток.

Определите среднюю продолжительность мусульманского года.

Ответ выразите в сутках, округлите до десятых.

Правильный ответ: [354.3,354.7].

Точное совпадение ответа: 3 балла.

Решение:

Количество дней, содержащихся в 33 григорианских годах, можно записать так

$$N_d = 365.2425 \times 33 = 12053 \text{ сут.}$$

Средняя продолжительность одного мусульманского года определяется по формуле:

$$\bar{T}_M = \frac{N_d}{34} = 354.5 \text{ сут.}$$

В качестве ответа выступает число из интервала [354.3, 354.7].

Задание № 26

Определите количество лунных месяцев в мусульманском году, если продолжительность такого месяца составляет 29.53 суток. Ответ округлите до целых.

Правильный ответ: 12.

Точное совпадение ответа: 2 балла.

Решение:

Искомое количество лунных месяцев, входящих в мусульманский год,

$$N_m = \frac{\bar{T}_M}{29.53} = 12.$$