

Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1. Вариант 1. Выберите лишнее в каждом перечне.

В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы.

Ответ:

1	Скорпион
2	Церера
3	Плеяды
	Большая Медведица Малая Медведица Дракон Цефей Кассиопея <hr/> Меркурий Венера Марс Юпитер Сатурн <hr/> Млечный Путь Большое Магелланово облако Малое Магелланово облако Туманность Андромеды Туманность Треугольника

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

1. В перечне представлены пять созвездий, относящихся к группе северных околополярных созвездий, а именно Большая Медведица, Малая Медведица, Дракон, Цефей и Кассиопея. И только созвездие Скорпиона относится к сезонным созвездиям, расположенным в окрестности небесного экватора.

2. В перечне представлено пять больших планет: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн. И только Церера является карликовой планетой.

3. В перечне представлены пять галактик: Млечный Путь, Большое Магелланово облако, Малое Магелланово облако, Туманность Андромеды, Туманность Треугольника. И лишь Плеяды являются рассеянным звездным скоплением.

Задание 1. Вариант 2. Выберите лишнее в каждом перечне:

В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы.

Ответ:

1	Стрелец
2	Эрида
3	Гиady
	Большая Медведица Малая Медведица Дракон Цефей Кассиопея <hr/> Меркурий Венера Марс Юпитер Сатурн <hr/> Млечный Путь Большое Магелланово облако Малое Магелланово облако Туманность Андромеды Туманность Треугольника

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 6

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 2. Вариант 1. *Парад (или выравнивание) планет* — астрономическое явление, при котором несколько планет Солнечной системы располагаются вдоль одной линии, находясь на небесной сфере относительно близко друг к другу. Выравнивания планет условно разделяются на четыре вида по количеству участвующих в них планет.

Виды парадов (выравниваний) планет Солнечной системы	Мини-парад	Малый	Большой	Великий (полный)
Количество планет-участниц	2 ÷ 3	4	5 ÷ 6	7 ÷ 8

Дан результат компьютерной симуляции парада планет, произошедшего 28 февраля 2025 года, с позиции наблюдателя, находящегося в Северном географическом полушарии. В данном параде участвуют все планеты, представленные на рисунке. Видимая яркость некоторых планет усилена.



а) Какой вид парада наблюдался в эти сутки?

Ответ:

- Мини-парад
- Малый парад
- Большой парад
- ✓ Великий парад

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) В какое время суток можно было наблюдать данную конфигурацию планет?

Ответ:

- Утро
- День
- ✓ Вечер
- Ночь

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Вдоль дуги какого большого круга приблизительно выстроились указанные планеты?

Ответ:

- Математический горизонт
- Небесный экватор
- Небесный меридиан
- ✓ Эклиптика
- Первый вертикал
- Колур равноденствий

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

г) Какая планета в указанные сутки первой зашла за горизонт?

Ответ:

- Меркурий
- Венера
- Марс
- Юпитер
- ✓ Сатурн
- Уран
- Нептун

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

а) Путём прямого подсчёта легко убедиться в том, что в данном великом параде участвовало семь планет.

б) Поскольку наблюдатель находится в Северном географическом полушарии, запад — справа, восток — слева. На рисунке отчётливо видна зоря от Солнца в западной стороне небосвода, значит, показан момент вскоре после захода Солнца.

в) Все планеты выстроились вдоль дуги эклиптики, поскольку орбиты всех больших классических планет лежат приблизительно в одной плоскости — плоскости эклиптики.

г) Первой зайдёт за горизонт планета, которая ближе других располагается к горизонту в западной стороне небосвода — Сатурн.

Задание 2. Вариант 2. *Парад (или выравнивание) планет* — астрономическое явление, при котором несколько планет Солнечной системы располагаются вдоль одной линии, находясь на небесной сфере относительно близко друг к другу. Выравнивания планет условно разделяются на четыре вида по количеству участвующих в них планет.

Виды парадов (выравниваний) планет Солнечной системы	Мини-парад	Малый	Большой	Великий (полный)
Количество планет-участниц	$2 \div 3$	4	$5 \div 6$	$7 \div 8$

Дан результат компьютерной симуляции парада планет, произошедшего 28 февраля 2025 года, с позиции наблюдателя, находящегося в Южном географическом полушарии. В данном параде участвуют все планеты, представленные на рисунке. Видимая яркость некоторых планет усилена.



а) Какой вид парада наблюдался в эти сутки?

Ответ:

- Мини-парад
- Малый парад
- Большой парад
- ✓ Великий парад

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) В какое время суток можно было наблюдать данную конфигурацию планет?

Ответ:

- Утро
- День
- ✓ Вечер
- Ночь

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Вдоль дуги какого большого круга приблизительно выстроились указанные планеты?

Ответ:

- Математический горизонт
- Небесный экватор
- Небесный меридиан
- ✓ Эклиптика
- Первый вертикал
- Колпур равноденствий

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

г) Какая планета в указанные сутки первой зашла за горизонт? Известно, что в дату наблюдения все планеты зашли за горизонт до начала новых суток.

Ответ:

- Меркурий
- Венера
- ✓ Марс
- Юпитер
- Сатурн
- Уран
- Нептун

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение по аналогии с вариантом 1

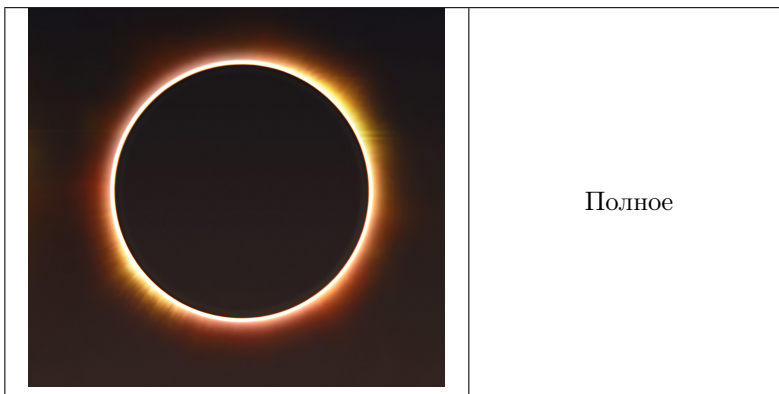
Задание 3. Вариант 1.

а) Даны фотографии трёх различных типов солнечных затмений во время их максимальной фазы. Установите соответствие между названиями и изображениями типов солнечных затмений.

В этом задании каждому варианту из левого столбца соответствует ровно один вариант из правого столбца. Ответы приведены ниже в нужном порядке.

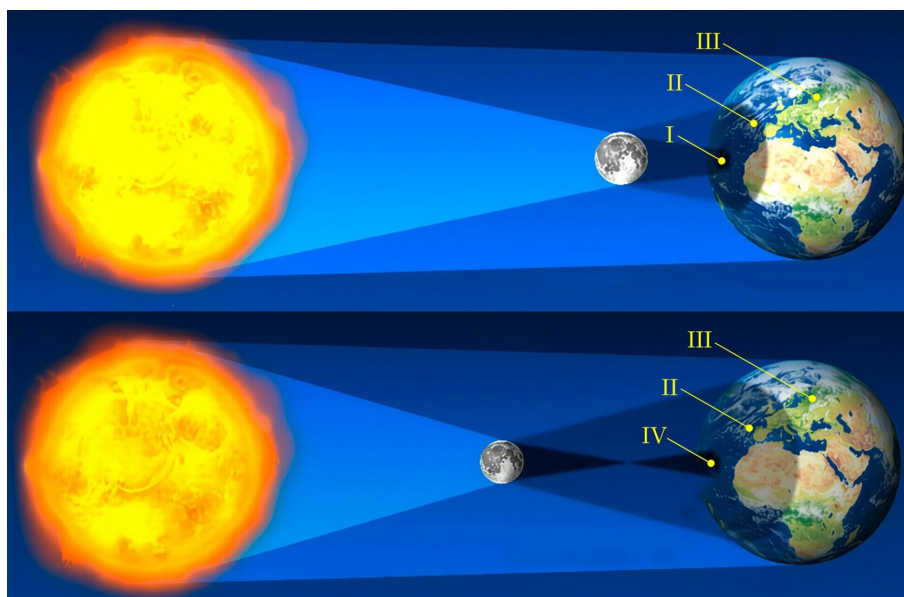
Ответ:

	<p>Частное</p>
	<p>Кольцеобразное</p>

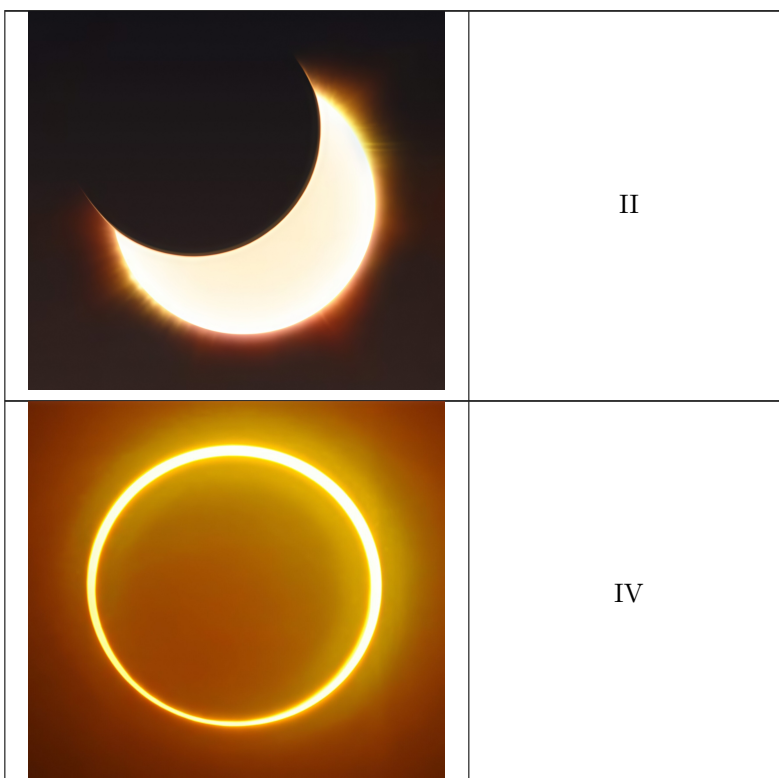


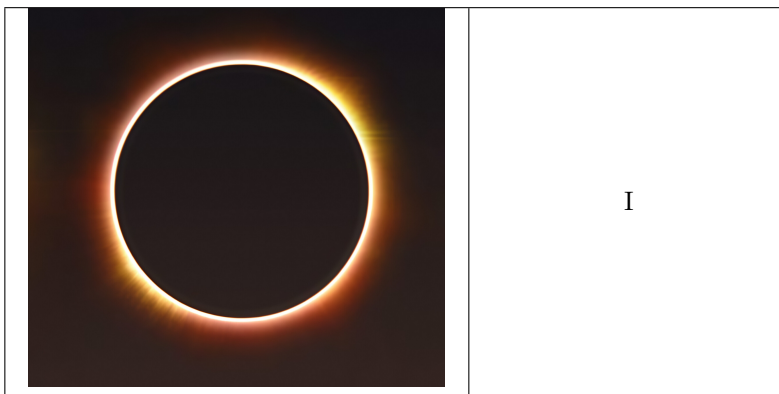
Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 6 баллов

б) Установите соответствие между изображениями затмений и областями поверхности Земли, в которых затмения этих типов наблюдаются.



Ответ:





Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 6 баллов

в) Какой тип затмения наблюдается наиболее часто в фиксированной точке поверхности Земли?

Ответ:

- Полное
- ✓ Частное
- Кольцеобразное

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение.

а) На первом рисунке представлено частное солнечное затмение, поскольку тёмный диск Луны лишь частично закрывает яркий диск Солнца, при этом другая его часть располагается вне границ видимого диска Солнца. На втором — кольцеобразное солнечное затмение, поскольку лунный диск полностью спроецировался на диск Солнца, при этом Луна полностью не покрыла диск Солнца. На третьем рисунке — полное солнечное затмение.

б) В области I диск Солнца полностью скрыт телом Луны, здесь можно наблюдать полное солнечное затмение. В области II диск Солнца лишь частично закрывается телом Луны и можно наблюдать лишь частное солнечное затмение. В области III солнечный свет совсем не перекрывается телом Луны — здесь не может наблюдаться солнечное затмение в принципе. В области IV спутник частично закрывает диск Солнца, при этом полностью проецируясь на него. Значит, здесь можно наблюдать лишь кольцеобразное солнечное затмение.

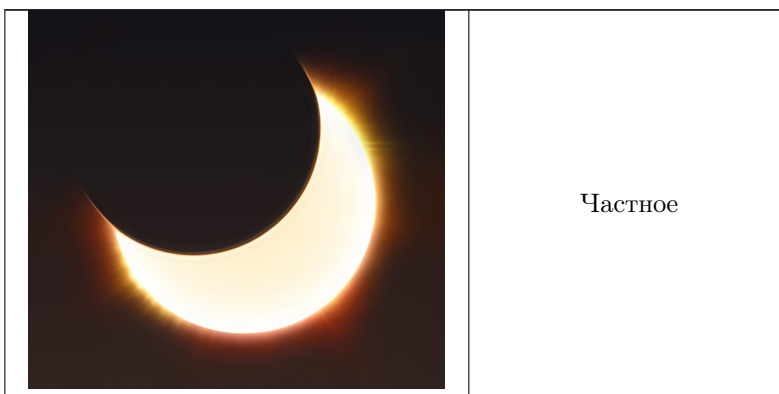
в) Для фиксированной точки поверхности Земли наиболее вероятным событием является частное солнечное затмение.

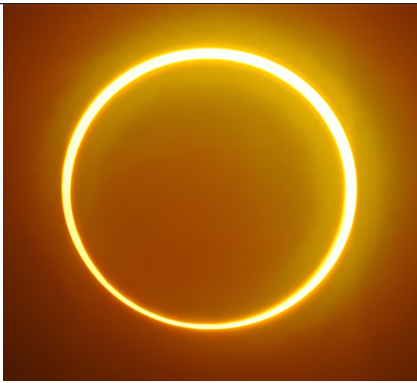

Задание 3. Вариант 2.

а) Даны фотографии трёх различных типов солнечных затмений во время их максимальной фазы. Установите соответствие между названиями и изображениями типов солнечных затмений.

В этом задании каждому варианту из левого столбца соответствует ровно один вариант из правого столбца. Ответы приведены ниже в нужном порядке.

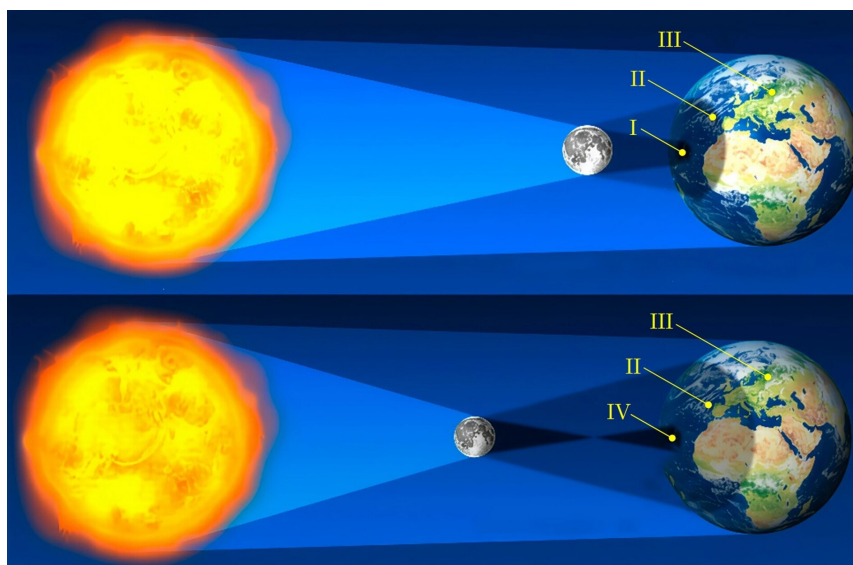
Ответ:




	<p>Кольцеобразное</p>
	<p>Полное</p>

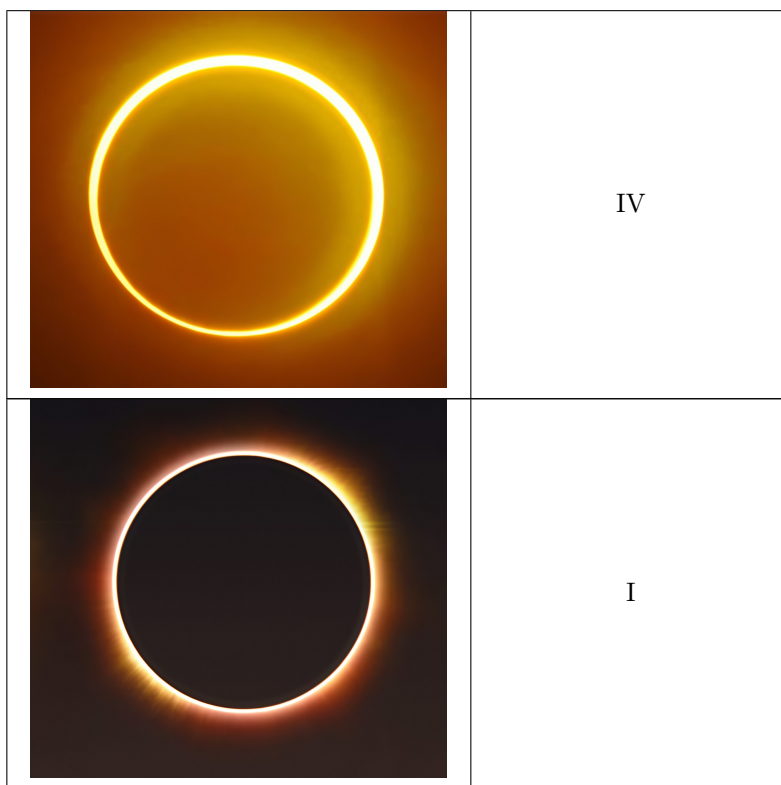
Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 6 баллов

б) Установите соответствие между изображениями затмений и областями поверхности Земли, в которых затмения этих типов наблюдаются.



Ответ:

	<p>II</p>
---	-----------



Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 6 баллов

в) Во время максимальной фазы затмения какого типа наиболее комфортно наблюдать верхние слои атмосферы затмеваемого тела?

Ответ:

- Частного
- ✓ Полного
- Кольцеобразного

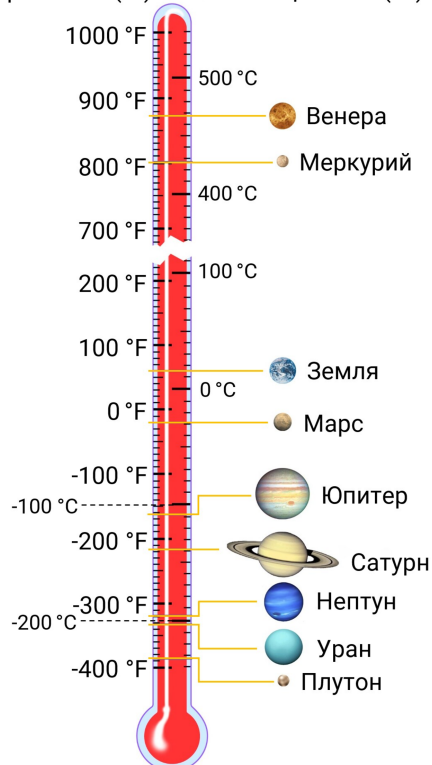
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 14

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 4. Дано символическое изображение термометра с указанием средних значений температур (по Цельсию и Фаренгейту) поверхностей классических и карликовой планет Солнечной системы.

Шкала Фаренгейта (°F) Шкала Цельсия (°C)



а) Какая планета обладает самой горячей поверхностью?

Ответ:

- Меркурий
- ✓ Венера
- Земля
- Марс
- Юпитер
- Уран
- Нептун

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Чему равна температура поверхности этой планеты по шкалам Цельсия и Фаренгейта?

Ответ: засчитывается в диапазоне [460; 470] (по Цельсию); засчитывается в диапазоне [870; 880] (по Фаренгейту)

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 3 балла. Всего 6 баллов

в) Определите количество теплоты, которое выделится из образца грунта массы $m = 1$ кг при доставке с поверхности этой планеты на Землю, если его теплоёмкость равна $760 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$. Количество теплоты, выделяемое при охлаждении тела, определяется формулой: $Q = c_m \cdot m(t_n - t_k)$, где t_n , t_k — начальная и конечная температуры тела соответственно. Ответ выразите в килоджоулях, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [338; 346]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 13

Решение.

а) Согласно рисунку, планетой, обладающей самой горячей поверхностью, является Венера.

б) Из рисунка видно, что температура поверхности этой планеты по шкале Цельсия равна приблизительно 468 градусов, а по шкале Фаренгейта — 872 градуса.

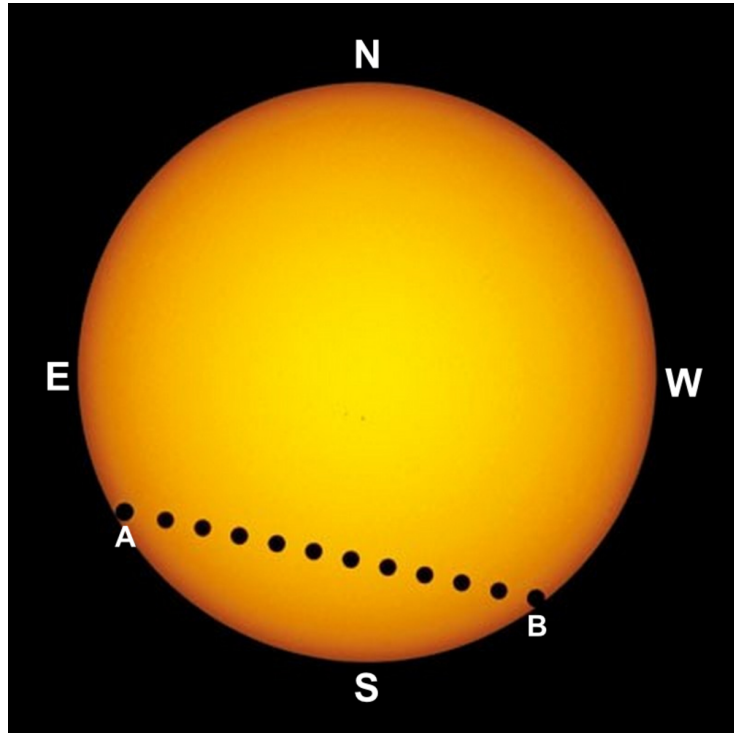
в) Температура поверхности Венеры составляет приблизительно $t_n = 468^\circ\text{C}$, а температура поверхности Земли $t_k = 15^\circ\text{C}$. Учитывая, что теплоёмкость вещества равна $760 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$,

$$Q = c_m \cdot m(t_n - t_k) = 344\,280 \text{ Дж или } 344 \text{ кДж.}$$

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 4.
Пункт в)

№ варианта	$c_m, \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$	$Q_{\min}, \text{ кДж}$	$Q_{\max}, \text{ кДж}$
1	760	338	346
2	780	347	355
3	800	356	364
4	820	365	373
5	840	374	382
6	860	383	391
7	880	392	400
8	900	400	410
9	920	409	419
10	940	418	428
11	960	427	437
12	980	436	446
13	1000	445	455

Задание 5. Вариант 1. На этом коллаже, полученном прямым наложением фотографий, показан транзит Венеры по диску Солнца, произошедший 8 июня 2004 года.



Все снимки сделаны в Северном географическом полушарии и являются прямыми изображениями. Буквами *E* и *W* обозначены направления на стороны света (восток и запад соответственно) с позиции автора фотографий, а буквами *N* и *S* — направления на северный и южный полюсы мира соответственно.

а) В каком направлении перемещался диск Венеры относительно диска Солнца?

Ответ:

- ✓ $A \rightarrow B$
- $B \rightarrow A$
- Невозможно однозначно ответить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Сколько кадров вошло в коллаж, если на каждом кадре присутствовал один образ Венеры?

Ответ: 12

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Через какой промежуток времени выполнялась съёмка астрономического явления, если моменты получения изображений Венеры, обозначенных буквами *A* и *B*, соответствуют значениям $t_1 = 05$ ч 33 м, $t_2 = 11$ ч 14 м? Ответ выразите в минутах, округлите до целых. Примечание: t_1 и t_2 могут соответствовать как моменту *A*, так и *B*.

Ответ: 31

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 балла

Максимальный балл за задание — 10

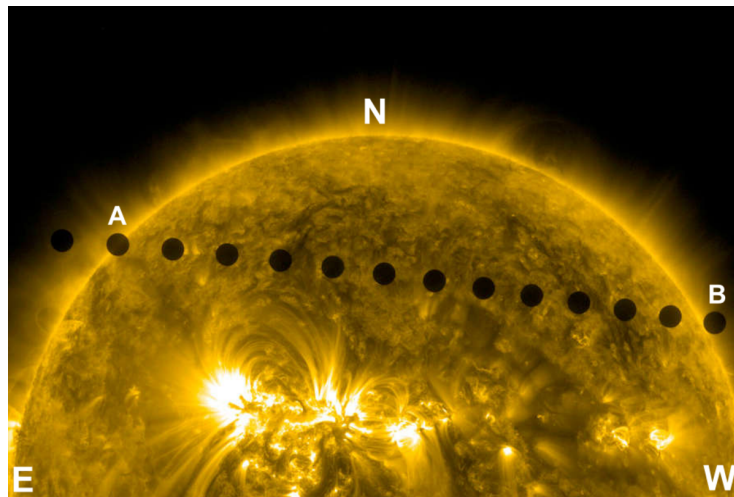
Решение.

а) Все планеты движутся вокруг Солнца в одном направлении (против часовой стрелки, если смотреть на Солнечную систему со стороны Северного полюса мира), и при этом, чем ближе планета к Солнцу, тем выше её скорость орбитального движения. Следовательно, с движущейся Земли Венера должна перемещаться по диску Солнца с востока на запад, то есть от $A \rightarrow B$.

б) В коллаж вошло 12 кадров.

в) Продолжительность съёмки $t_2 - t_1 = 5$ часов 41 мин = 341 мин. Изображений Венеры 12, промежутков 11. Следовательно, промежуток времени, через который выполнялась съёмка астрономического явления, равен $341 \text{ мин} / 11 = 31$ минуте.

Задание 5. Вариант 2. На этом коллаже, полученном прямым наложением фотографий, показан транзит Венеры по диску Солнца, произошедший 6 июня 2012 года.



Все снимки сделаны в Северном географическом полушарии и являются прямыми изображениями. Буквами *E* и *W* обозначены направления на стороны света (восток и запад соответственно) с позиции автора фотографий, а буквой *N* обозначено направление на Северный полюс мира.

а) В каком направлении перемещался диск Венеры относительно диска Солнца?

Ответ:

- ✓ $A \rightarrow B$
- $B \rightarrow A$
- Невозможно однозначно ответить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Сколько кадров вошло в коллаж, если на каждом кадре присутствовал один образ Венеры?

Ответ: 14

в) Через какой промежуток времени выполнялась съёмка астрономического явления, если моменты получения изображений Венеры, обозначенных буквами *A* и *B*, соответствуют значениям $t_1 = 22$ ч 18 м, $t_2 = 04$ ч 18 м? Ответ выразите в минутах, округлите до целых. Примечание: t_1 и t_2 могут соответствовать как моменту *A*, так и *B*.

Ответ: 30

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 6. Вариант 1. Дана карта Российской Федерации с разбиением территории на основные часовые зоны.



Числами указаны значения разности времён ΔT в данной часовой зоне и в Москве.

а) Сколько часовых зон на территории России?

Ответ: 11

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Чему равна разность ΔT для зоны с максимальной площадью? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

Ответ: 4

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Чему равна разность показаний часов для жителей зон с $\Delta T_1 = +6$ и $\Delta T_2 = -1$? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

Ответ: 7

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

г) Какое время показывают часы жителя Магадана в тот момент, когда в Самаре часы показывают полдень? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 19:00

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 13

Решение.

а) В России имеется 11 часовых зон.

б) Зоне с максимальной площадью отвечает $\Delta T = 4$.

в) Самара принадлежит часовой зоне с $\Delta T = +1$, а Магадан — часовой зоне с $\Delta T = +8$. Следовательно, разность показаний часов в Магадане и Самаре равна +7 часов. Если в Самаре полдень, то в Магадане часы должны показывать 19 : 00 часов.

Задание 6. Вариант 2. Дана карта Российской Федерации с разбиением территории на основные часовые зоны.



Числами указаны значения разности времён ΔT в данной часовой зоне и в Москве.

а) Сколько часовых зон на территории России?

Ответ: 11

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Чему равна разность ΔT для зоны с минимальной площадью? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

Ответ: -1

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Чему равна разность показаний часов для жителей зон с $\Delta T_1 = +9$ и $\Delta T_2 = -1$? Ответ выразите в часах, округлите до целых.

Ответ: 10

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

г) Какое время показывают часы жителя Архангельска в тот момент, когда в Якутске часы показывают полночь? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

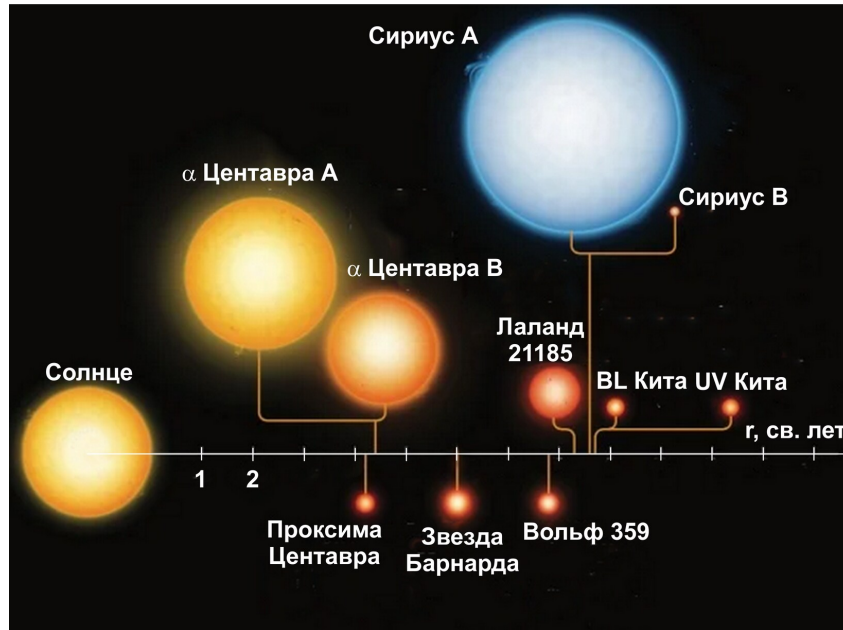
Ответ: 18:00

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 13

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 7. Вариант 1. Дана диаграмма распределения 10 ближайших звёзд в окрестности Солнца.



На шкале отмечены расстояния от указанных звёзд до Солнца. Звёзды, соединённые П-образными линиями, образуют физически двойную звезду, то есть связаны силами притяжения и движутся в пространстве вместе.

В таблице представлены их основные характеристики.

Звезда	M_*/M_\odot	R_*/R_\odot	L_*/L_\odot	T , К	m_* , m	СпКл	КлСв
Проксима Центавра	0.123	0.145	$6 \cdot 10^{-5}$	3042	11.5	M5.5	V
α Центавра А	1.10	1.227	1.519	5750	-0.01	G2	V
α Центавра В	0.90	0.865	0.500	5250	+1.34	K1	V
Звезда Барнарда	0.17	0.15	$4 \cdot 10^{-4}$	3134	9.57	M4	V
Вольф 359	0.10	0.16	$2 \cdot 10^{-5}$	2800	13.53	M6	V
Лаланд 21185	0.39	0.39	0.021	3547	7.52	M2	V
Сириус А	2.063	1.713	24.7	9845	-1.46	A0	V
Сириус В	1.018	0.0081	0.024	25000	+8.44	D.A	VII
BL Кита	0.122	0.165	$1.47 \cdot 10^{-3}$	2784	12.8	M5.5	V
UV Кита	0.116	0.159	$1.25 \cdot 10^{-3}$	2728	12.8	M6	V

Примечание: здесь M_* , R_* , L_* — значения массы, радиуса, светимости звезды соответственно, T_* — эффективная температура её поверхности, m_* — её видимая звездная величина; M_\odot , R_\odot , L_\odot — значения массы, радиуса, светимости Солнца соответственно; СпКл — спектральный класс звезды, КлСв — класс её светимости; К (кельвин) — единица измерения эффективной температуры.

а) Масса какой звезды наиболее близка по значению к массе Солнца?

Ответ:

- Проксима Центавра
- α Центавра А
- α Центавра В
- Звезда Барнарда
- Вольф 359
- Лаланд 21185
- Сириус А
- ✓ Сириус В
- BL Кита
- UV Кита

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Чему равно расстояние от Солнца до этой звезды? Ответ выразите в световых годах, округлите до целых.

Ответ: 9

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Поверхность какой звезды является наиболее холодной?

Ответ:

- Проксима Центавра
- α Центавра A
- α Центавра B
- Звезда Барнарда
- Вольф 359
- Лаланд 21185
- Сириус A
- Сириус B
- BL Кита
- ✓ UV Кита

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Чему равно расстояние от Солнца до этой звезды? Ответ выразите в световых годах, округлите до целых.

Ответ: 9

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

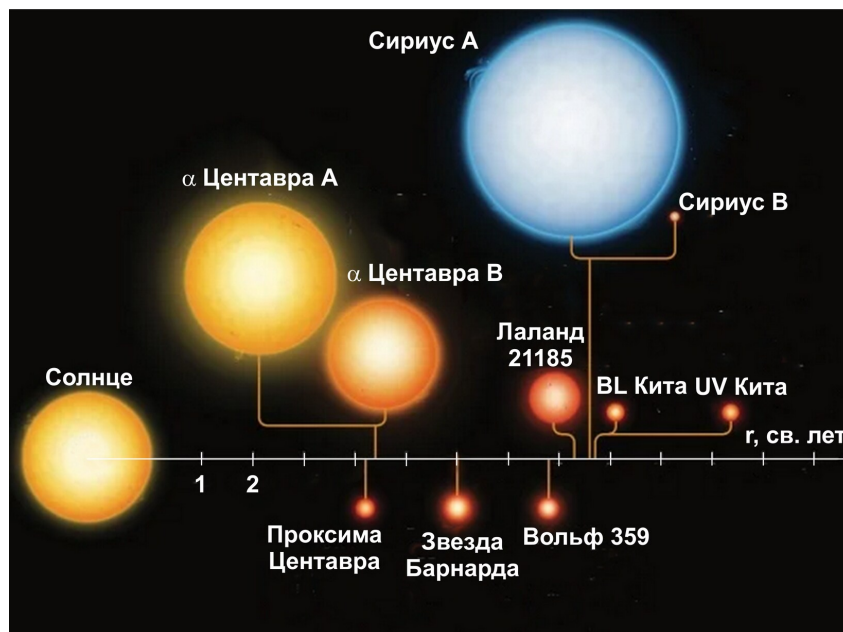
а) Среди перечисленных звезд массой, наиболее близкой к массе Солнца, обладает Сириус B.

б) Согласно рисунку, расстояние от данной звезды до Солнца составляет 9 световых лет.

в) Среди перечисленных звезд минимальную температуру поверхности имеет UV Кита

г) Согласно рисунку, расстояние от данной звезды до Солнца составляет 9 световых лет.

Задание 7. Вариант 2. Дана диаграмма распределения 10 ближайших звезд в окрестности Солнца.



На шкале отмечены расстояния от указанных звезд до Солнца. Звезды, соединённые П-образными линиями, образуют физически двойную звезду, то есть связаны силами притяжения и движутся в пространстве вместе.

В таблице представлены их основные характеристики.

Звезда	M_*/M_\odot	R_*/R_\odot	L_*/L_\odot	T , К	m_* , m	СпКл	КлСв
Проксима Центавра	0.123	0.145	$6 \cdot 10^{-5}$	3042	11.5	M5.5	V
α Центавра A	1.10	1.227	1.519	5750	-0.01	G2	V
α Центавра B	0.90	0.865	0.500	5250	+1.34	K1	V
Звезда Барнарда	0.17	0.15	$4 \cdot 10^{-4}$	3134	9.57	M4	V
Вольф 359	0.10	0.16	$2 \cdot 10^{-5}$	2800	13.53	M6	V
Лаланд 21185	0.39	0.39	0.021	3547	7.52	M2	V
Сириус A	2.063	1.713	24.7	9845	-1.46	A0	V
Сириус B	1.018	0.0081	0.024	25000	+8.44	D.A	VII
BL Кита	0.122	0.165	$1.47 \cdot 10^{-3}$	2784	12.8	M5.5	V
UV Кита	0.116	0.159	$1.25 \cdot 10^{-3}$	2728	12.8	M6	V

Примечание: здесь M_* , R_* , L_* — значения массы, радиуса, светимости звезды соответственно, T_* — эффективная температура её поверхности, m_* — её видимая звездная величина; M_\odot , R_\odot , L_\odot — значения массы, радиуса, светимости Солнца соответственно; СпКл — спектральный класс звезды, КлСв — класс её светимости; К (кельвин) — единица измерения эффективной температуры.

а) Масса какой звезды является наибольшей?

Ответ:

- Проксима Центавра
- α Центавра А
- α Центавра В
- Звезда Барнарда
- Вольф 359
- Лаланд 21185
- ✓ Сириус А
- Сириус В
- VL Кита
- UV Кита

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Чему равно расстояние от Солнца до этой звезды? Ответ выразите в световых годах, округлите до целых.

Ответ: 9

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Радиус какой звезды наиболее близок по значению к радиусу Солнца?

Ответ:

- Проксима Центавра
- α Центавра А
- ✓ α Центавра В
- Звезда Барнарда
- Вольф 359
- Лаланд 21185
- Сириус А
- Сириус В
- VL Кита
- UV Кита

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Чему равно расстояние от Солнца до этой звезды? Ответ выразите в световых годах, округлите до целых.

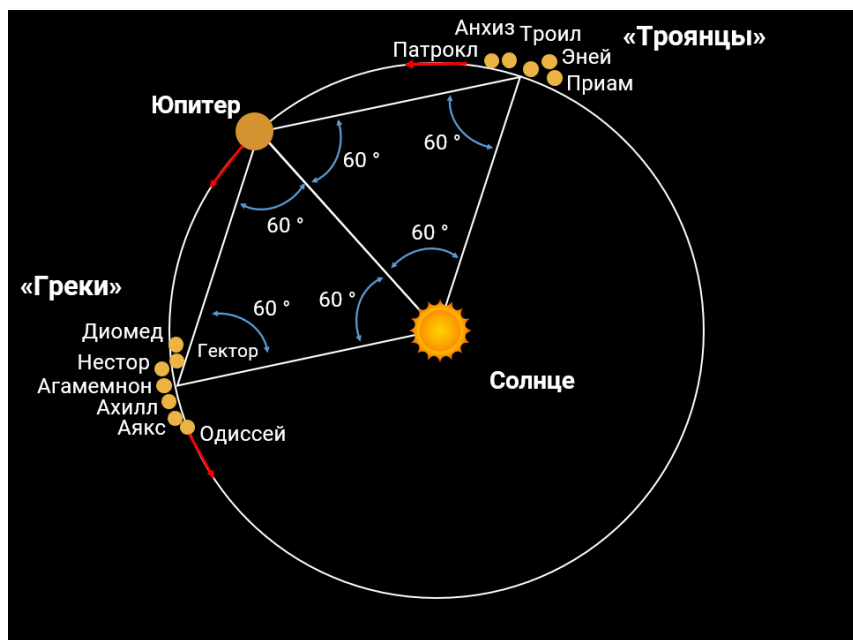
Ответ: 4

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 8. Вариант 1. Дана схема взаимного расположения Солнца, Юпитера и двух групп троянских астероидов последнего: «греков» и «троянцев».



а) На каком расстоянии от Солнца располагаются «троянцы», если радиус орбиты Юпитера равен 5.2 а. е.? Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

Ответ: 5.2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Чему равна разность времён распространения двух световых лучей по путям: 1) Солнце → Юпитер, 2) Солнце → Троиц → Юпитер? Ответ выразите в минутах, округлите до целых. Считайте, что размеры групп астероидов значительно меньше радиуса орбиты Юпитера; 1 а. е. = 149.6 млн км.

Ответ: 43

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

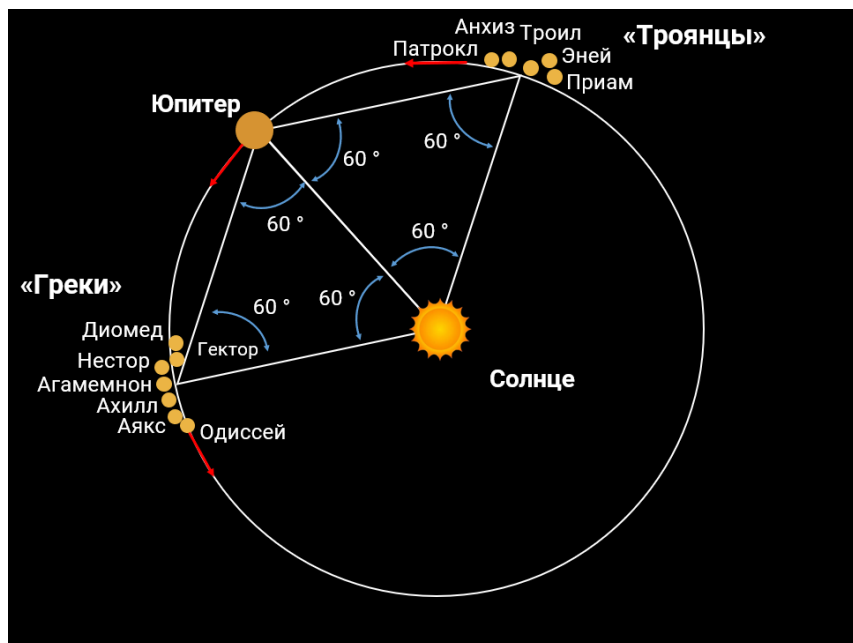
а) «Троянцы» вместе с Юпитером и Солнцем образуют равносторонний треугольник. Следовательно, искомое расстояние от Солнца до «троянцев» равно радиусу орбиты Юпитера, то есть 5.2 а. е.

б) Разность времен распространения двух световых лучей по указанным путям пропорциональна разности путей ($s_2 - s_1$). Последняя величина, очевидно, равна радиусу $r_{Ю}$ орбиты Юпитера. Значит, искомая разность времен определится формулой:

$$\Delta t = \frac{s_2 - s_1}{c} = \frac{r_{Ю}}{c} = 43 \text{ минуты,}$$

здесь c — скорость света в вакууме.

Задание 8. Вариант 2. Дана схема взаимного расположения Солнца, Юпитера и двух групп троянских астероидов последнего: «греков» и «троянцев».



а) На каком расстоянии от Солнца располагаются «греки», если радиус орбиты Юпитера равен 5.2 а. е.? Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

Ответ: 5.2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Чему равна разность времён распространения двух световых лучей по путям: 1) Солнце → Юпитер, 2) Солнце → Гектор → Юпитер? Ответ выразите в минутах, округлите до целых. Считайте, что размеры групп астероидов значительно меньше радиуса орбиты Юпитера; 1 а. е. = 149.6 млн км.

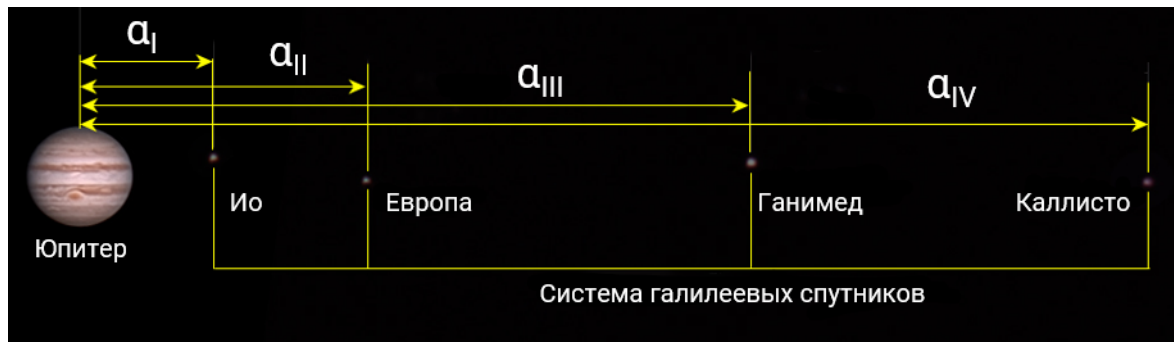
Ответ: 43

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 9. 26 сентября 2022 года Юпитер оказался в великом (ближайшем к Солнцу и Земле) противостоянии и подошёл к Земле на рекордно малое расстояние за последние 59 лет — 591.3 млн км.



Определите максимальное значение угла α_I , на который мог отклониться от центра диска Юпитера его галилеев спутник Ио. Радиус круговой орбиты спутника равен 421.7 тыс. км. Ответ выразите в угловых минутах, округлите до десятых.

Ответ: 2.5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

а) Заметим, что максимальный угол отклонения (угол наибольшей элонгации) будет достигаться в случае, когда земной наблюдатель вместе с Юпитером и спутником будут образовывать прямоугольный треугольник. Поскольку радиус орбиты любого из спутников много меньше расстояния $r_{ю}$ от наблюдателя до Юпитера, то угол наибольший элонгации спутника Ио можно представить так:

$$\alpha_I = \frac{r_I}{r_{ю}} \cdot 3438' = 2.5'.$$

Здесь коэффициент 3438' определяет количество угловых минут в одном радиане. В качестве ответа на вопрос принимается значение из интервала: [2.4'; 2.6'].

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 9.

№ варианта	Спутник	r , тыс. км	$\alpha(\min)$, угл. мин.	$\alpha(\max)$, угл. мин.
1	Ио	421.7	2.4	2.6
2	Европа	670.9	3.8	4.0
3	Ганимед	1070.4	6.1	6.3
4	Каллисто	1882,7	10.8	11.0

Задание 10. Вариант 1.

а) Чему равна разница в количестве високосных лет между Юлианским и Григорианским календарями в XXI веке?

Ответ: 1

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В 2025 году 12 июня — день России — пришёлся на четверг. В каком ближайшем будущем году этот праздник вновь придётся на четверг?

Ответ: 2031

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

а) В Юлианском календаре каждый четвёртый год является високосным. В григорианском календаре существуют года-исключения: если порядковый номер года нацело делится на 400, то данный год является високосным, если же номер года нацело делится на 100, но не делится на 400, то такой год является невисокосным. В XXI веке в юлианском календаре должно быть 25 високосных лет, а вот в григорианском — 24, поскольку здесь есть год-исключение — 2100, он нацело делится на 100, но не делится на 400.

б) Повторяемость даты в определенный день недели определяется продолжительностью (7 суток) последней. Продолжительность невисокосного года равна 365 суткам, что составляет 52 недели и 1 сутки. Продолжительность високосного года равна 366 суткам, что составляет 52 недели и 2 суток. Значит в каждый последующий невисокосный год данная дата достигается в следующий день недели относительно предыдущего, а в случае високосного — через день относительно предыдущего. Чтобы 12 июня вновь пришлось на четверг, необходимо сместиться по дням недели на 7 суток. Значит, 2026 и 2027 годы дадут сдвиг на 2 суток, 2028 будет високосным и потому даст сдвиг еще на 2 суток,

2029, 2030, 2031 годы датут сдвиг еще 3 суток. Итого получаем сдвиг на 7 суток в 2031 году. Значит, в 2031 году этот праздник вновь придётся на четверг.

Задание 10. Вариант 2.

а) Чему равна разница в количестве високосных лет между Юлианским и Григорианским календарями в XX веке?

Ответ: 0

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) В 2025 году 12 июня — день России — пришёлся на четверг. В каком ближайшем прошлом году этот праздник также пришёлся на четверг?

Ответ: 2014

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 9

Решение по аналогии с вариантом 1