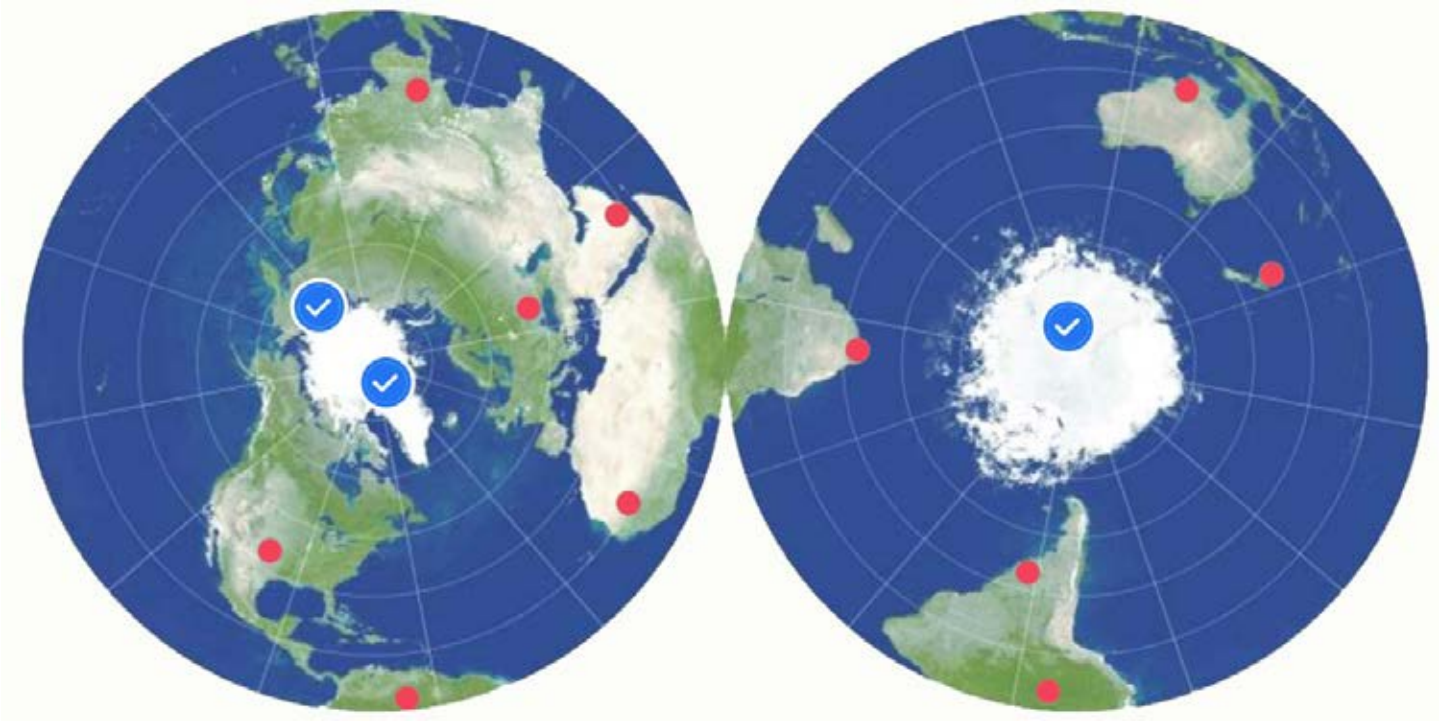
Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Вариант 1.

На карте Земли отмечены точки.

а) В каких точках бывает полярная ночь?

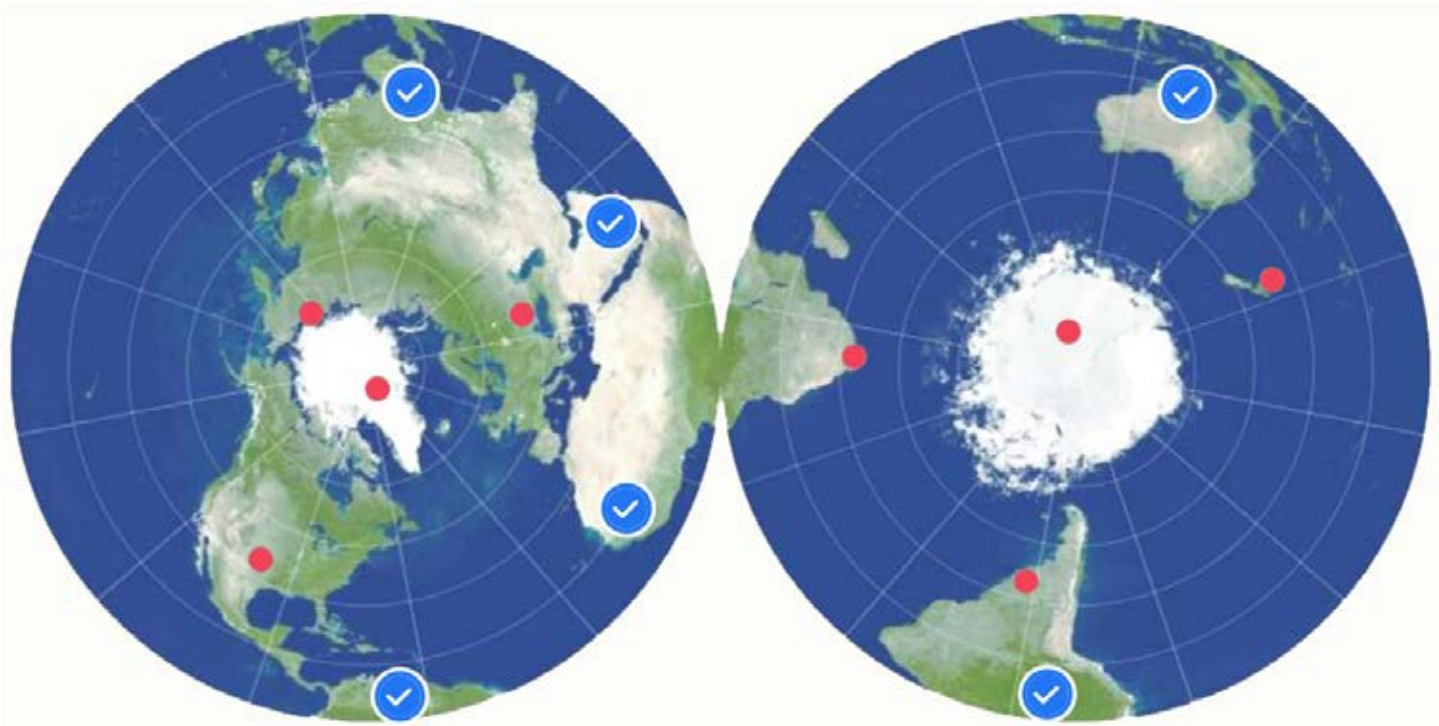
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

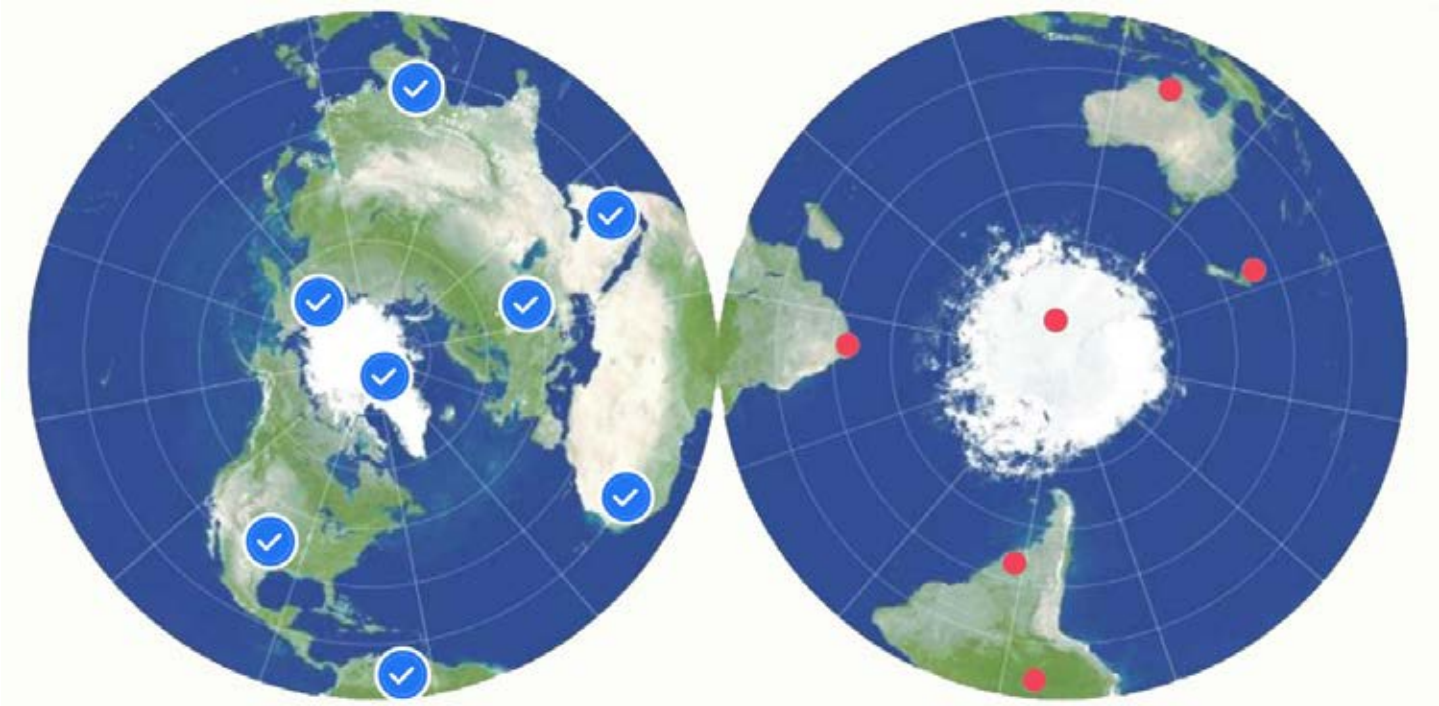
б) В каких точках бывает Луна в зените?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Из каких точек можно увидеть Полярную звезду?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

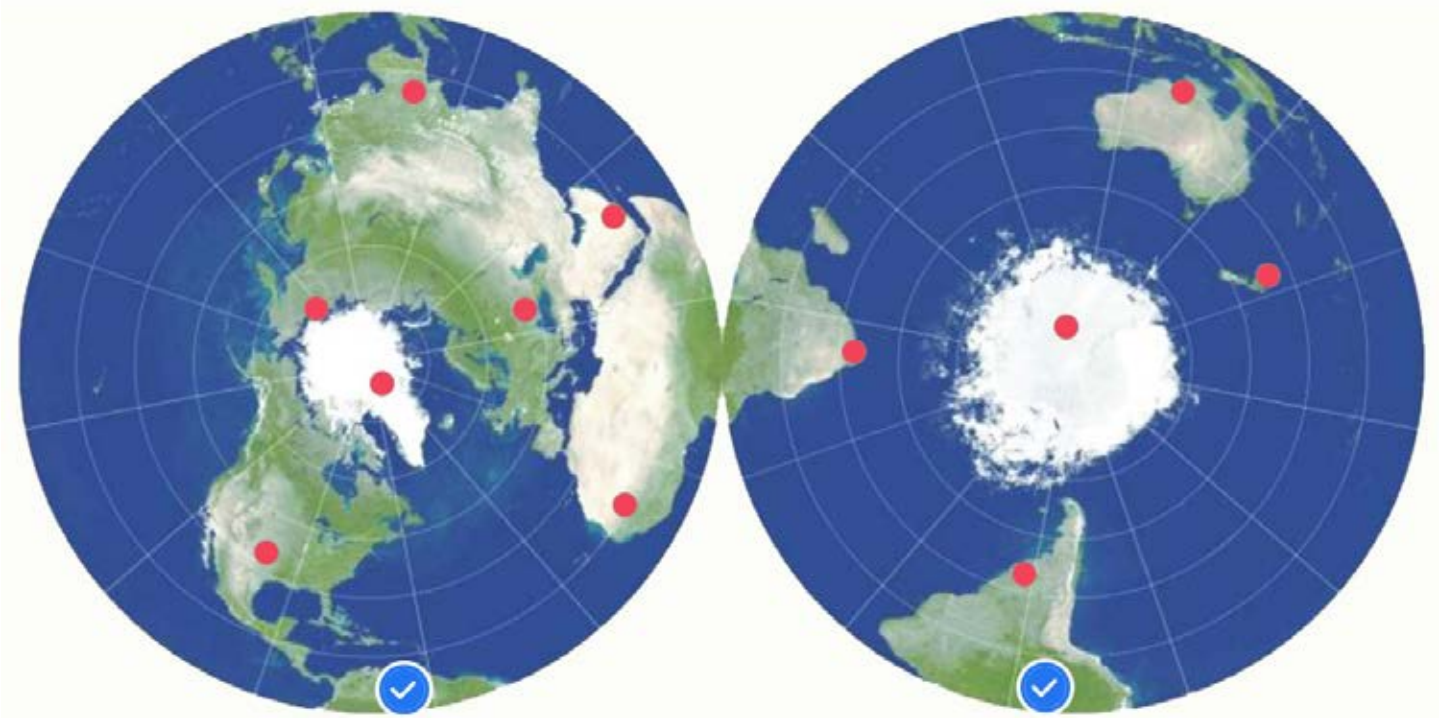
г) Из каких точек можно наблюдать полную Луну?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

д) Расстояние между какими двумя точками по поверхности Земли будет минимально?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а) Полярная ночь и полярный день бывают на широтах, находящихся за полярными кругами (66.5° с. ш. и 66.5° ю. ш). Отсюда верные ответы — [90° ю. ш.; 66.5° ю. ш.] и [66.5° с. ш.; 90° с. ш.]. На картах параллели указаны с шагом в 15°, исходя из этого можно определить эти области на картах.

б) Солнце может находится в зените только в областях земли, находящихся между тропиками Рака и Козерога — то есть параллелями, где во время солнцестояний Солнце находится в зените: от 23.5° ю. ш. до 23.5° с. ш. Луна может находиться в Зените немного в большем диапазоне широт, так как Луна отходит эклиптики на 5.1°. То есть для Луны область шире: [28.6° ю. ш.; 28.6° с. ш.] Для солнечного затмения область точно такая же, как и для Солнца.

в) Полярную звезду видно только из Северного полушария, но не из Южного.

г) Полную Луну, Луну в фазе новолуния и Солнце можно наблюдать со всей территории Земли.

д) Карта визуально искажает расстояния между точками. И ближайшие друг к другу, и самые далёкие точки можно найти по координатам.

Задание 1. Вариант 2.

На карте Земли отмечены точки.

а) В каких точках бывает полярный день?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) В каких точках бывает Солнце в зените?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Из каких точек нельзя увидеть Полярную звезду?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Из каких точек можно наблюдать Луну в фазе новолуния?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

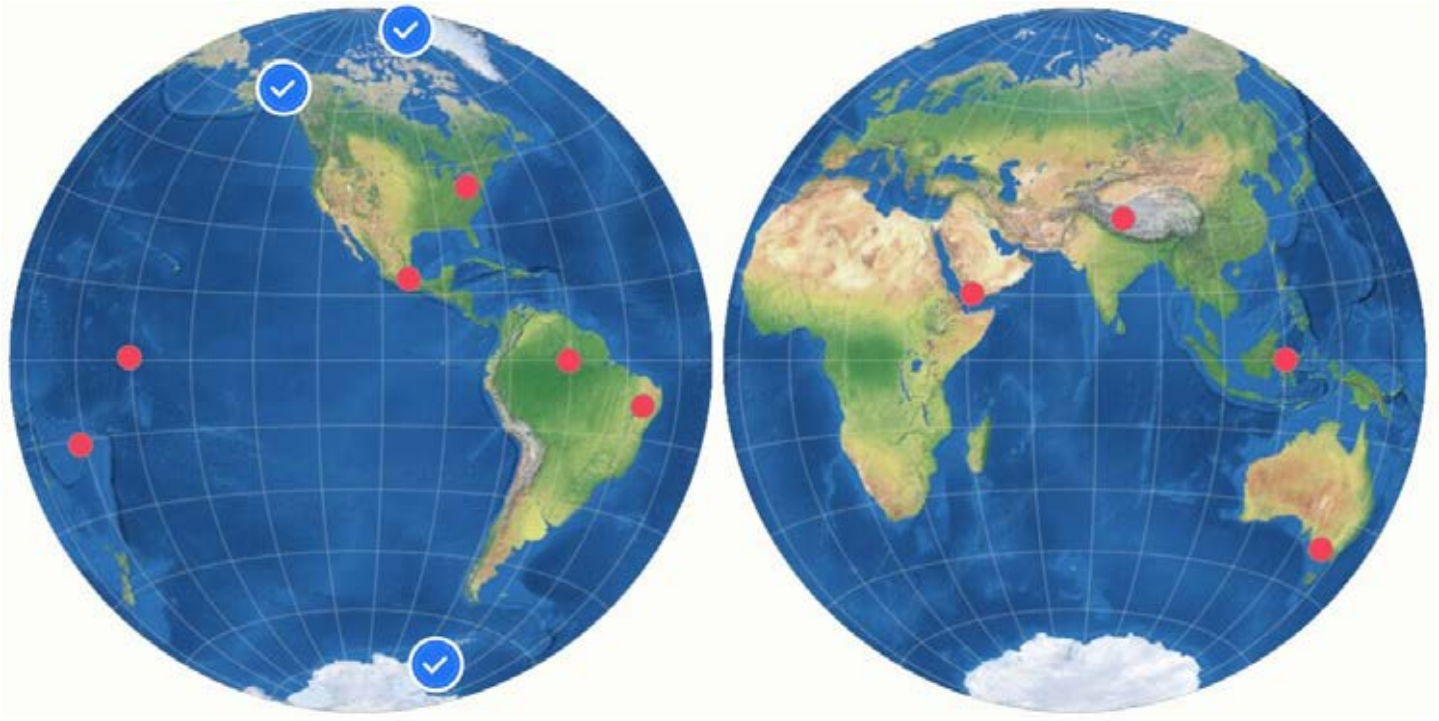
д) Расстояние между какими двумя точками по поверхности Земли будет максимально?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла
Максимальный балл за задание — 10
Решение по аналогии с вариантом 1

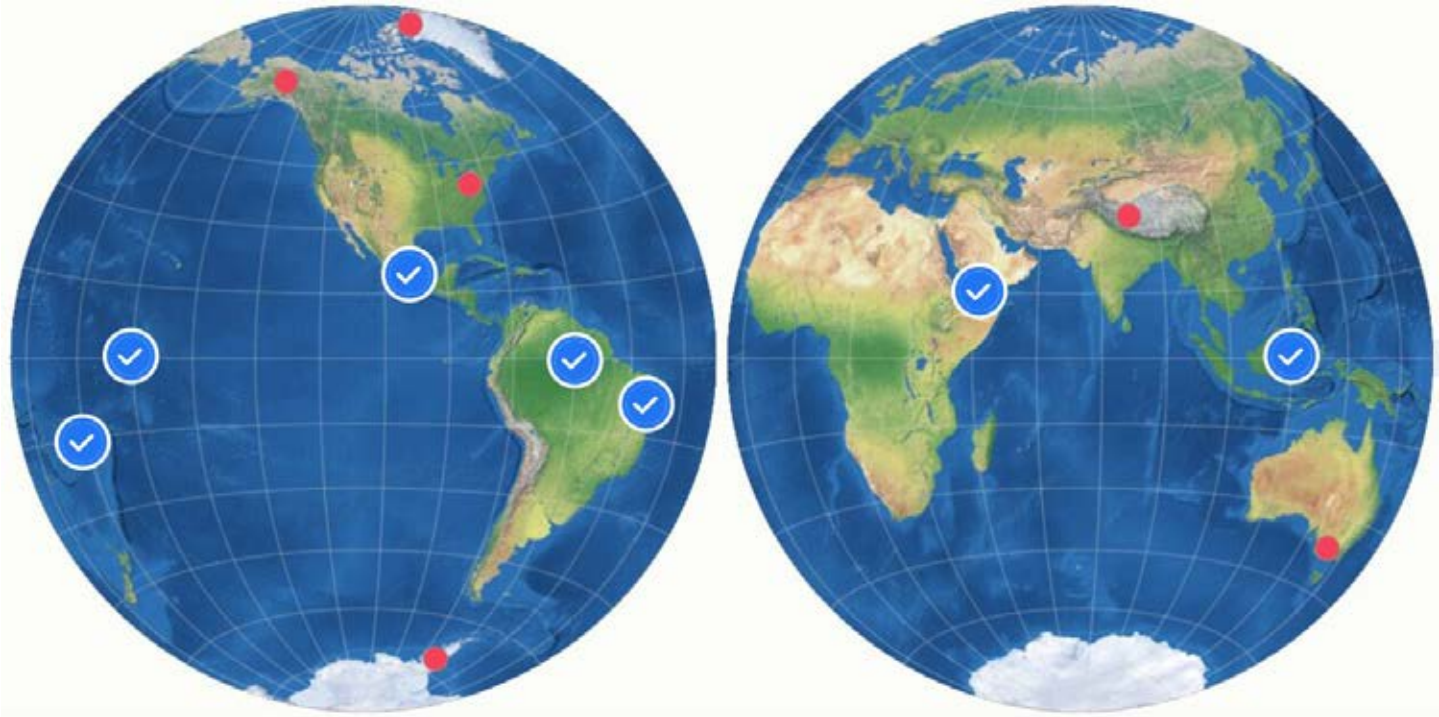
Задание 1. Вариант 3.

На карте Земли отмечены точки.
а) В каких точках бывает полярная ночь?
Ответ:



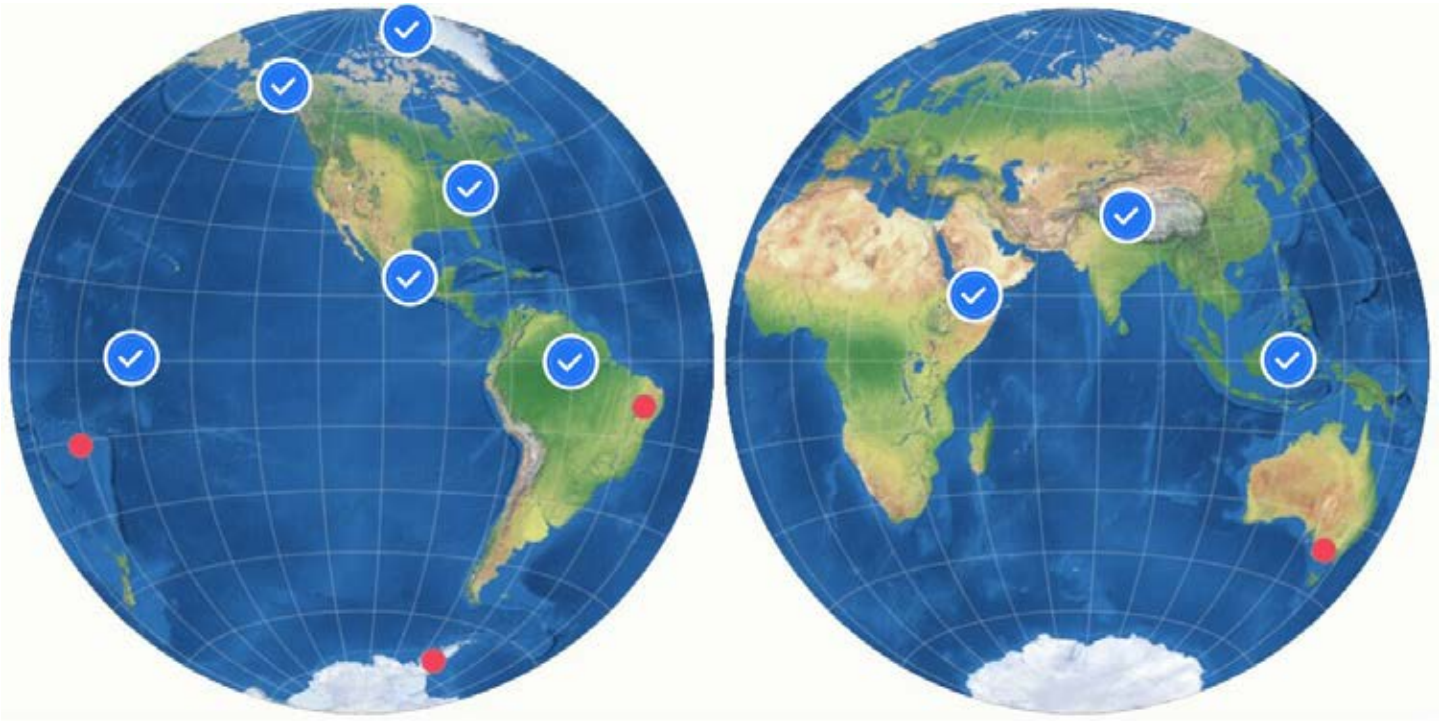
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) В каких точках бывает полное солнечное затмение в зените?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Из каких точек можно увидеть Полярную звезду?
Ответ:



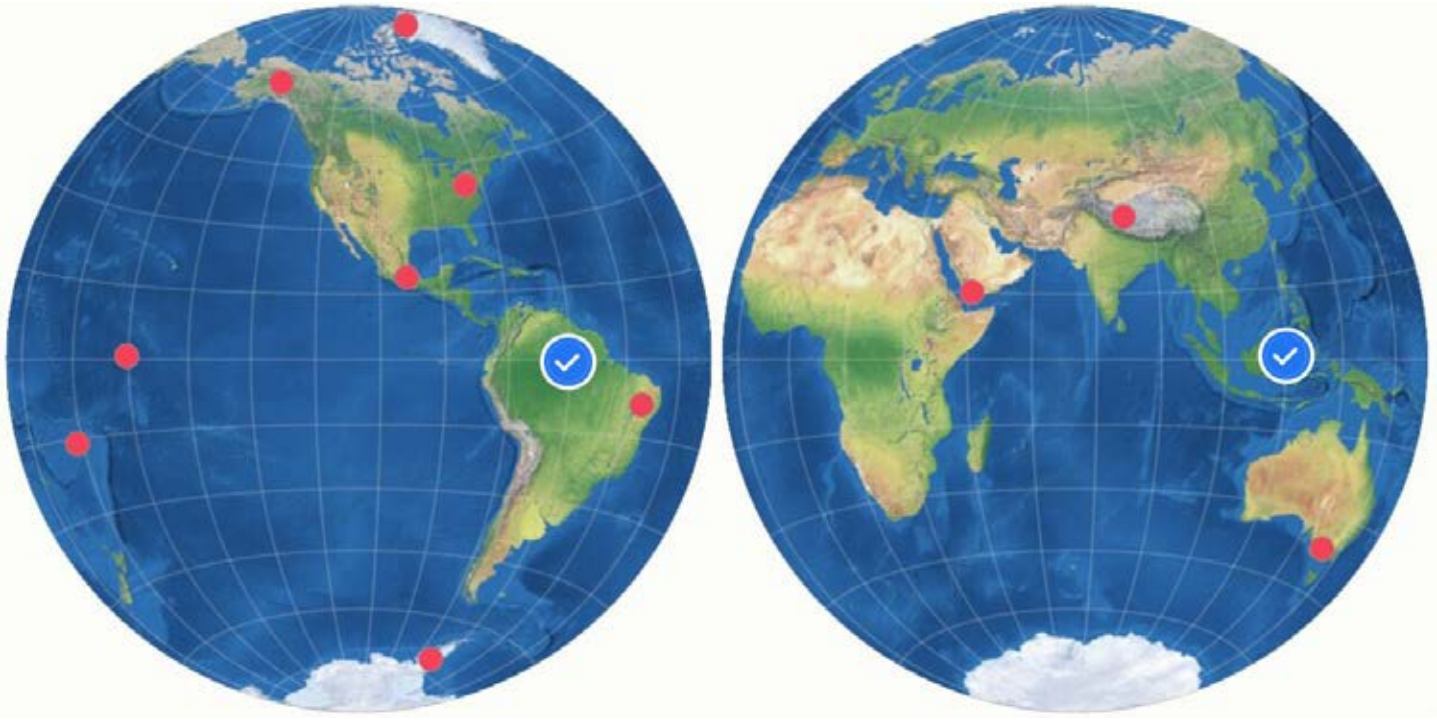
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Из каких точек можно наблюдать Солнце?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

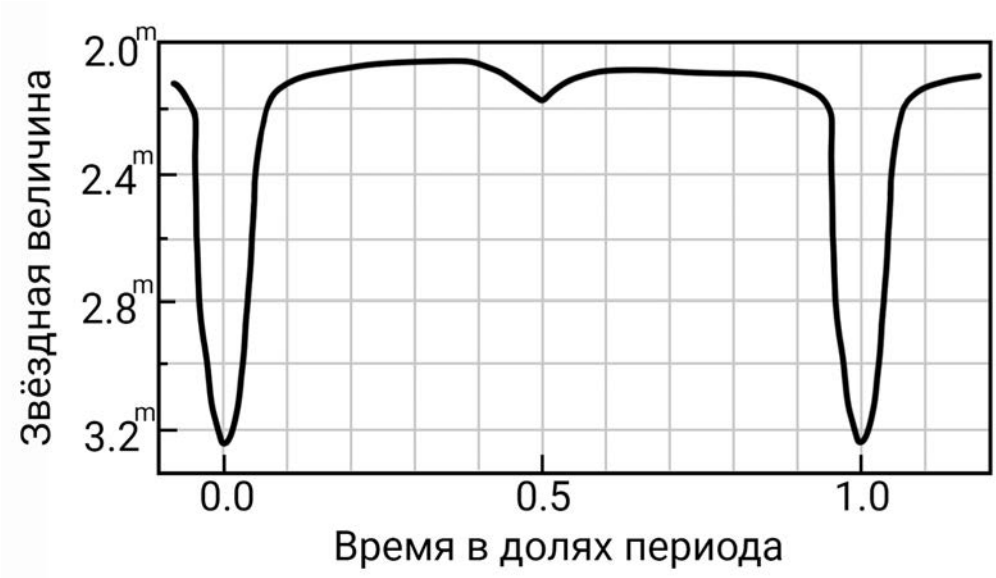
д) Расстояние между какими двумя точками по поверхности Земли будет максимально?
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла
Максимальный балл за задание — 10
Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 2. Вариант 1.

Дана кривая изменения блеска звезды Алголь.



Период обращения этой звезды равен 2.867 суток.

а) Сколько времени проходит между главным и вторичным минимумом? Ответ выразите в сутках, округлите до сотых.

Ответ: 1.43

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Глубиной транзита или падением блеска называют изменение звёздной величины. Определите модуль падения блеска в главном минимуме. Ответ округлите до десятых.

Ответ: 1.1 или 1.2

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Как изменится количество энергии от звезды в главном минимуме (по сравнению со звездой вне затмения)?

Ответ:

- Станет больше
- ✓ Станет меньше
- Не изменится

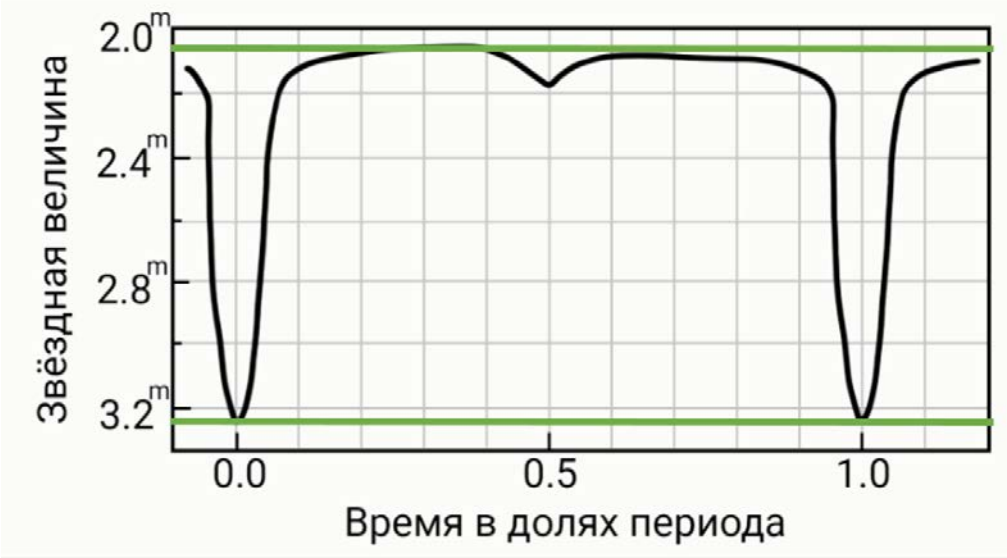
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) По графику видно, что между главным и вторичным минимумами проходит полпериода, период составляет 2.867 суток, значит, между главным и вторичным минимум проходит $0.5 \cdot 2.867 = 1.43$ суток.

б) Для того, чтобы определить падение блеска в главном минимуме, необходимо снять показания звёздных величин на графике в главном минимуме и вне затмения.

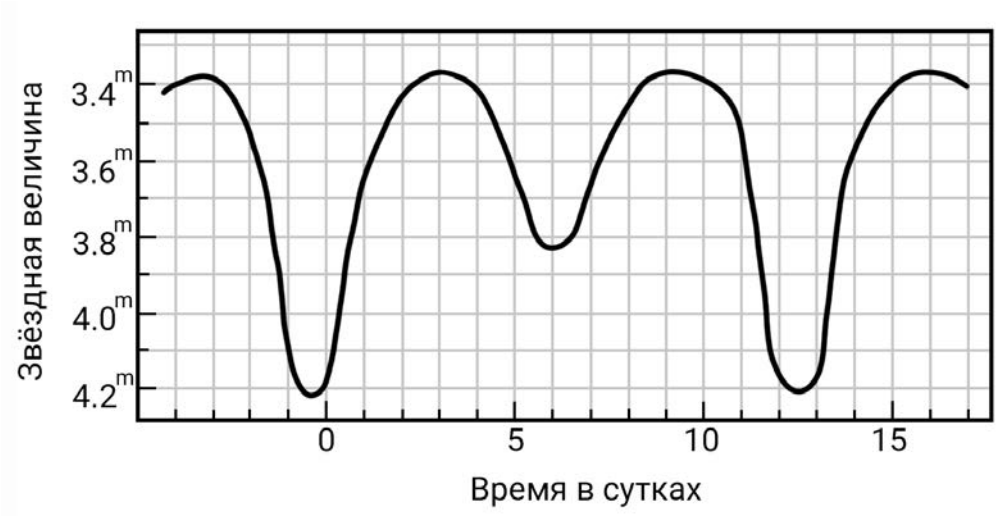


Вне затмения значение звездной величины 2.1^m. Во время главного транзита 3.25^m. В итоге модуль падения блеска равен 1.15^m (ответ необходимо округлить до десятых).

в) Чем больше звёздная величина, тем меньше энергии приходит от звезды, значит, в минимуме количество энергии станет меньше.

Задание 2. Вариант 2.

Дана кривая изменения блеска двойной звезды β Лиры.



а) Определите период обращения этой двойной звезды. Ответ выразите в сутках, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [12.5; 13.3]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Глубиной транзита или падением блеска называют изменение звёздной величины. Определите модуль падения блеска во вторичном минимуме. Ответ округлите до десятых.

Ответ: 0.5

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла. За ответ 0.4 — 1 балл.

в) Как изменится количество энергии от звезды во вторичном минимуме (по сравнению со звездой вне затмения)?

Ответ:

- Станет больше
- ✓ Станет меньше
- Не изменится

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

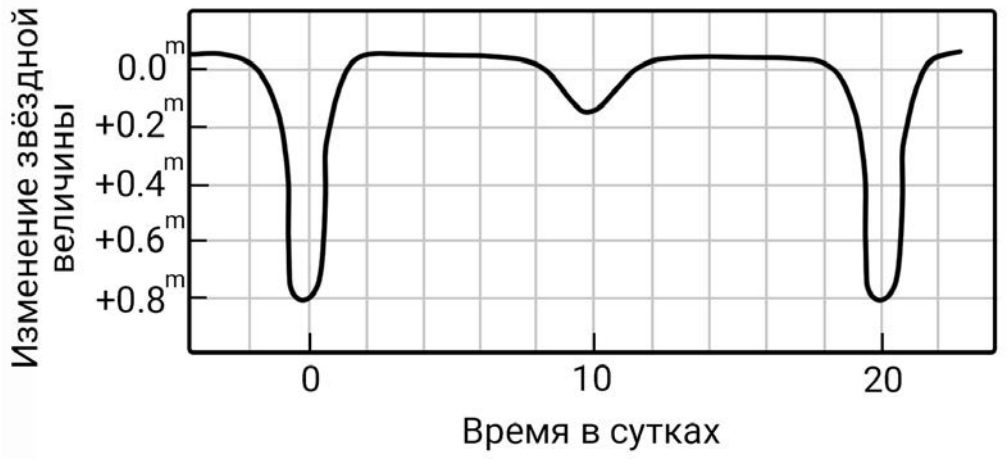
Решение.

а) Период обращения можно найти, если найти время, проходящее между двумя одинаковыми моментами периода, например, между двумя главными минимумами: 12.5 суток − (−0.5 суток) = 13 суток.



б) и **в)** Аналогично варианту 1.

Задание 2. Вариант 3. Дана кривая изменения блеска двойной звезды AR Ящерицы.



Звёздная величина звезды вне затмения 6.2^m.

а) Определите продолжительность вторичного затмения. Ответ выразите в сутках, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [4.0; 4.4]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Глубиной транзита или падением блеска называют изменение звёздной величины. На графике представлен модуль падения блеска. Определите звёздную величину двойной звезды во время главного затмения. Ответ округлите до десятых.

Ответ: 7.0

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) Как изменится количество энергии от звезды в главном минимуме (по сравнению со звездой вне затмения)?

Ответ:

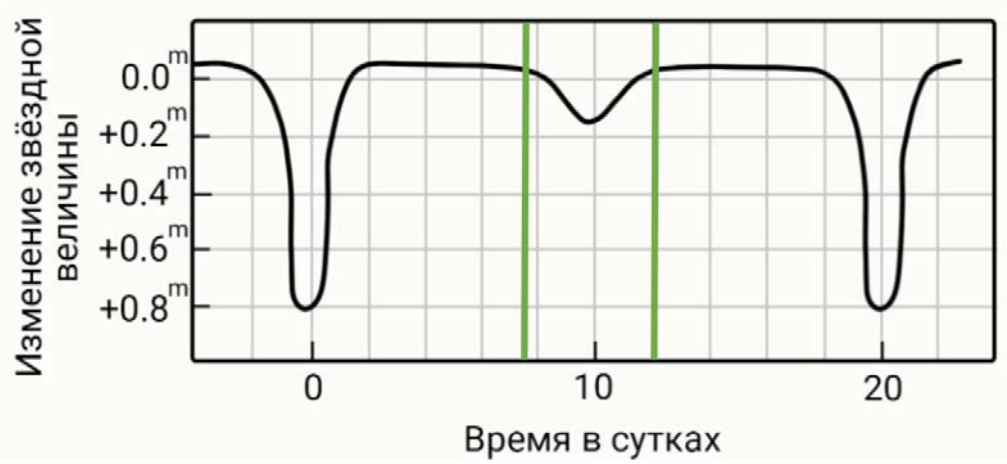
- Станет больше
- ✓ Станет меньше
- Не изменится

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

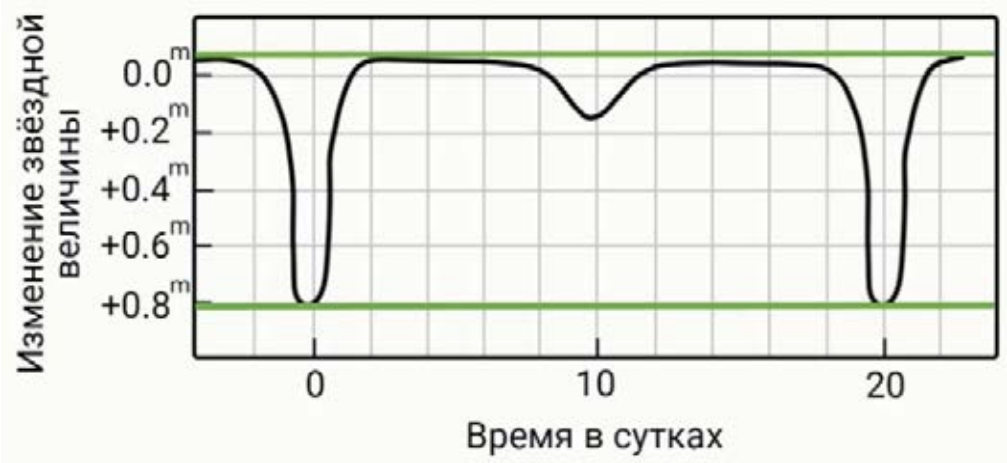
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) На графике показаны начало и конец транзита, между двумя линиями сетки проходит два дня, в итоге продолжительность транзита равна 4.2 суток.



б) На графике показаны звёздная величина вне затмения 6.2^m и изменение звёздной величины -0.04^m. В главном минимуме изменение звёздной величины 0.8^m, значит, звёздная величина в главном минимуме $6.2^m - 0.05^m + 0.8^m = 6.95^m$, ответ необходимо округлить до десятых.

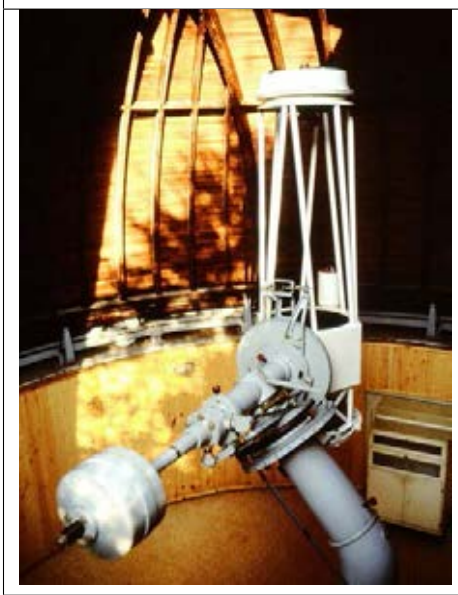


в) Аналогично варианту 1.

Задание 3.

а) Установите соответствие между телескопами и системами координат, в которых они работают.

	Горизонтальная система координат
	Экваториальная система координат
	Горизонтальная система координат

	Горизонтальная система координат
	Экваториальная система координат
	Экваториальная система координат

б) Выберите верные утверждения:

Ответ:

- Чтобы увидеть жерло вулкана Олимп, достаточно бинокля
- На альт-азимутальной монтировке достаточно поворачивать телескоп вокруг одной оси, чтобы следить за суточным движением звезды

✓ На экваториальной монтировке достаточно поворачивать телескоп вокруг одной оси, чтобы следить за суточным движением звезды

- Для больших телескопов больше всего подходит экваториальная монтировка
- Для космических телескопов лучше всего подходит экваториальная монтировка
- Чтобы наблюдать углы меньше 1 угловой секунды, нужны телескопы с диаметром объектива 10 мм и альт-азимутальной монтировкой

✓ Угловое разрешение телескопа зависит от диаметра объектива

✓ Чем больше диаметр объектива телескопа, тем меньшие углы может различить телескоп

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 6 баллов. За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Горизонтальная система координат выстраивается так, что координаты отсчитываются от горизонта и параллельно ему, значит, оси монтировки телескопа должны быть направлены в зенит и параллельно горизонту. Для экваториальной системы координат основным большим кругом на небе является небесный экватор, одна из осей должна быть направлена на полюс мира, а вторая — вдоль плоскости экватора. Визуально экваториальная монтировка отличается наличием противовеса — устройства, которое уравновешивает трубу телескопа относительно полярной оси. На всех представленных экваториальных монтировках противовес присутствует.

б)

- *Чтобы увидеть жерло вулкана Олимп, достаточно бинокля* — неверно: так как вулкан Олимп находится на Марсе, разрешения бинокля не хватит, чтобы рассмотреть рельеф на другой планете.
- *На альт-азимутальной монтировке достаточно поворачивать телескоп вокруг одной оси, чтобы следить за суточным движением звезды* — неверно, альт-азимутальная монтировка поворачивается вокруг осей горизонтальной системы координат, а суточное вращение звёзд происходит параллельно плоскости экватора, то есть только в экваториальной системе координат будет достаточно вращения вдоль одной оси.

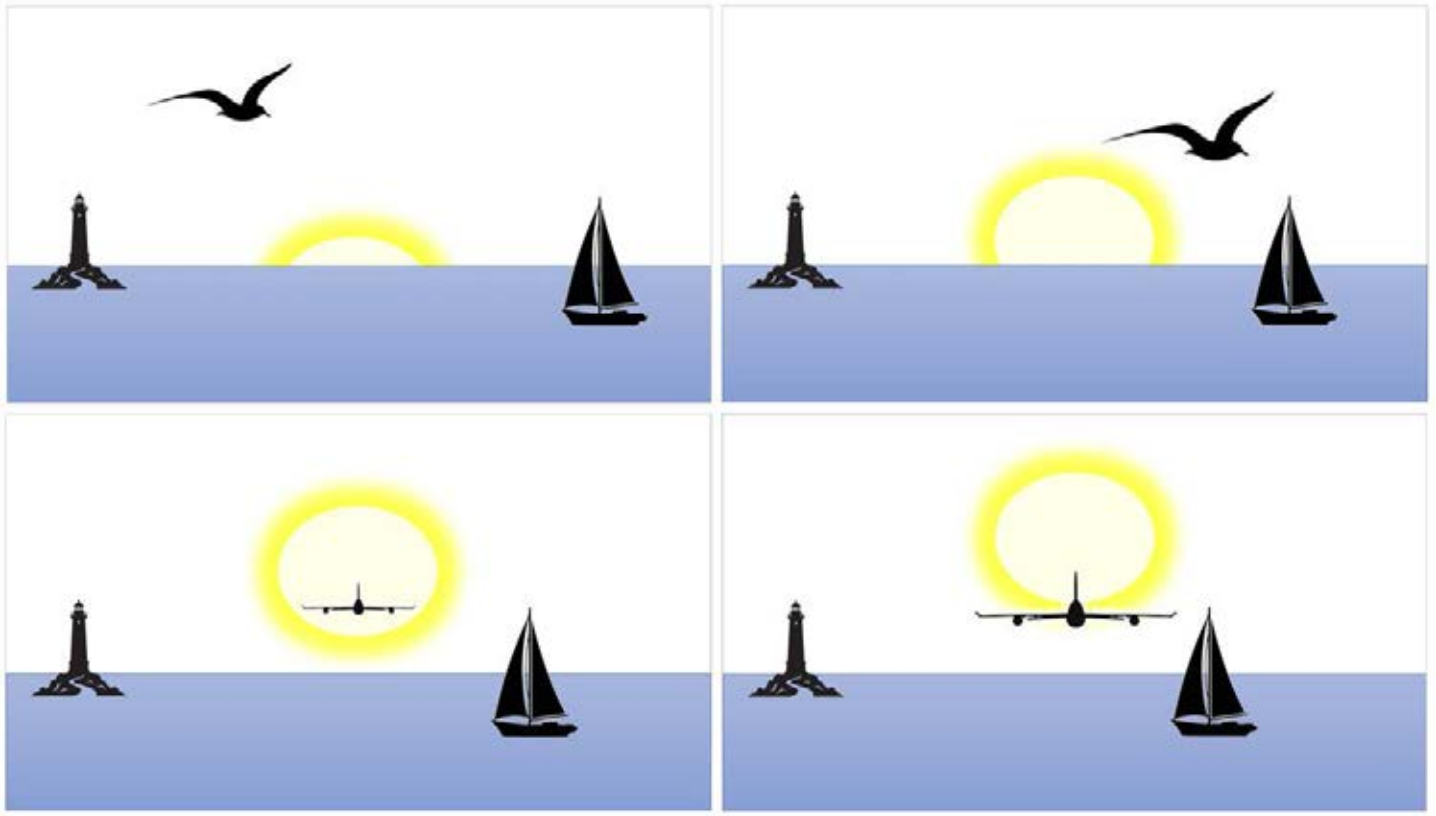
✓ *На экваториальной монтировке достаточно поворачивать телескоп вокруг одной оси, чтобы следить за суточным движением звезды* — верно, экваториальная монтировка поворачивается вокруг осей экваториальной системы координат, суточное вращение звёзд происходит параллельно плоскости экватора, то есть в экваториальной системе координат будет достаточно вращения вокруг одной оси, направленной в полюс мира.

- *Для больших телескопов больше всего подходит экваториальная монтировка* — неверно, большие телескопы устанавливаются на горизонтальные монтировки из-за большого веса телескопа и для уменьшения деформаций монтировки, трубы телескопа и зеркала, которые происходят под тяжестью всех конструкций.
- *Для космических телескопов лучше всего подходят экваториальные монтировки* — неверно, для космических телескопов не используются монтировки.
- *Для того, чтобы наблюдать углы меньше 1 угловой секунды нужны телескопы с диаметром объектива 10 мм и альт-азимутальной монтировкой.* — неверно; чтобы наблюдать в телескоп углы меньше 1 угловой секунды, необходим телескоп с диаметром объектива больше 14 см, а монтировка не влияет на угловое разрешение телескопа.

✓ *Угловое разрешение телескопа зависит от диаметра объектива.* — верно.

✓ *Чем больше диаметр объектива телескопа, тем меньшие углы может различить телескоп.* — верно.

Задание 4. Вариант 1. В хронологическом порядке показаны зарисовки, сделанные юнгой парохода, стоящего на якоре в Атлантическом океане.



а) На какой широте были сделаны зарисовки?

Ответ:

- 90° ю. ш.
- 60° ю. ш.
- 45° ю. ш.
- 30° ю. ш.
- 15° ю. ш.
- ✓ 0°
- 15° с. ш.
- 30° с. ш.
- 45° с. ш.
- 60° с. ш.
- 90° с. ш.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

б) Сколько времени прошло между первой и последней зарисовкой?

Ответ:

- 3 секунды
- Полминуты
- ✓ 2 минуты
- 15 минут
- Полчаса
- 40 минут
- 1 час

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

в) Как ориентированы взгляд юнги и направления движения объектов?

В этом задании некоторым вариантам из правого столбца соответствуют несколько вариантов из левого столбца.

Ответ:

Движение парохода	Никуда не двигается
Взгляд юнги	На восток
Полёт самолёта	На запад
Движение маяка	Никуда не двигается
Полёт чайки	На юг
Движение яхты	На север

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 2 балла. Всего — 4 балла

г) Определите расстояние от наблюдателя до маяка, если известно, что высота от основания маяка (не скалы) до его макушки 85.2 м. Угловой радиус Солнца равен 15 угловым минутам.



Ответ выразите в километрах, округлите до сотых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [19.4; 21.8]. За ответ в диапазоне [39.4; 43.0] — 0.5 балла

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Поскольку наблюдатель статичен, а Солнце двигается перпендикулярно горизонту, действие происходит на экваторе, так как Солнце в своем суточном движении двигается параллельно небесному экватору. Небесный экватор перпендикулярен горизонту только на земном экваторе, так как является проекцией земного экватора на небесную сферу.

б) Солнце в своём суточном движении двигается со скоростью 15°/час, от первого до последнего кадра оно прошло немного больше своего диаметра, который равен 0.5°. Значит, время, которое прошло между кадрами:

$$t = \frac{0.5^\circ}{15^\circ/\text{час}} = \frac{1}{30}\ \text{час} = 2\ \text{минуты}.$$

в) Так как Солнце восходит, значит, юнга смотрит на восток, относительно этого направления слева на кадре север, справа юг. Можно восстановить все требуемые направления, вспомнив, что пароход, на котором находится юнга, стоит на якоре и никуда не двигается, а маяк в принципе неподвижен.

г) По представленной картинке можно измерить угловой размер маяка. За основу возьмём горизонтальный размер Солнца, так как на горизонте из-за рефракции Солнце сжимается по вертикали и значение искажается. Также стоит заметить, что подножием маяка считается именно низ маяка, а не скалы. В этом случае угловой диаметр Солнца в 2.11 раза больше угловой высоты маяка. В этом случае расстояние до маяка находится по формуле

$$r = \frac{H}{\alpha},$$

где α — угловой размер маяка в радианах, H — высота маяка. Полученный ответ необходимо перевести в километры, тогда итоговая формула:

$$r = \frac{H}{2.11 \cdot 2 \cdot \rho_{\text{Солнца}} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{\pi}{180}} = 20.61\ \text{км},$$

где $\rho_{\text{Солнца}}$ — угловой радиус Солнца, данный в условии, равен 15 угловым минутам.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 4 (версия с пароходом).

№ варианта	Высота маяка, м	Угловой радиус Солнца, угл. мин.	Ответ в диапазоне (пункт г)		Доп. ответ в диапазоне (пункт г)	
1	85.2	15	19.4	21.8	39.4	43.0
2	82.5	16	17.5	19.9	35.6	39.2
3	93.4	15	21.4	23.8	43.4	47.0
4	70.2	16	14.7	17.1	30.0	33.6
5	105.3	15	24.3	26.7	49.2	52.8
6	97.3	16	20.9	23.3	42.4	46.0
7	63.1	15	14.1	16.5	28.8	32.4
8	110.4	16	23.8	26.2	48.2	51.8
9	115.2	15	26.7	29.1	54.0	57.6
10	125.6	16	27.3	29.7	55.2	58.8

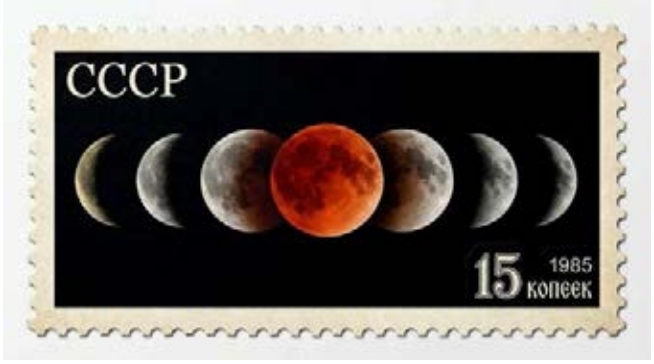
Матрица параметров и ответов к вариантам задания 4 (версия с яхтой).

№ варианта	Высота маяка, м	Угловой радиус Солнца, угл. мин.	Ответ в диапазоне (пункт г)		Доп. ответ в диапазоне (пункт г)	
11	85.2	15	10.8	13.2	22.2	25.8
12	82.5	16	9.7	12.1	20.0	23.6
13	93.4	15	11.9	14.3	24.4	28.0
14	70.2	16	8.0	10.4	16.6	20.2
15	105.3	15	13.6	16.0	27.8	31.4
16	97.3	16	11.6	14.0	23.8	27.4
17	63.1	15	7.7	10.1	16.0	19.6
18	110.4	16	13.3	15.7	27.2	30.8
19	115.2	15	15.0	17.4	30.6	34.2
20	125.6	16	15.3	17.7	31.2	34.8

Задание 5.

а) Установите соответствие между явлением/объектом и его изображением на марке.

Ответ:

	Комета
	Солнечное затмение
	Спутники Юпитера
	Лунное затмение

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 4 балла

б) Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Солнечное затмение происходит, когда Луна находится в первой четверти
- ✓ Лунное затмение происходит только если Луна находится близ узла своей орбиты
- Хвост кометы всегда направлен против её движения
- ✓ Полярная звезда не может быть покрыта Луной для наблюдателя на экваторе
- ✓ Хвост у кометы появляется только при приближении к Солнцу
- На спутники Сатурна садился аппарат «Новые горизонты»
- ✓ Прохождение Венеры по диску Солнца можно наблюдать с Земли
- Венера имеет два естественных спутника неправильной формы

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Необходимо сопоставить марку и явление, которое на ней изображено, требует просто знаний.

- *Солнечное затмение происходит, когда Луна находится в первой четверти* — неверно, для Солнечного затмения Луна должна быть в фазе Новолуния.
- ✓ *Лунное затмение происходит только если Луна находится близ узла своей орбиты* — верно.
- *Хвост кометы всегда направлен против её движения* — неверно, хвост кометы состоит из испаряющегося из кометы льда, который движется в направлении от Солнца под действием давления солнечного света, поэтому комета при удалении от Солнца способна лететь хвостом вперёд.

✓ *Полярная звезда не может быть покрыта Луной для наблюдателя на экваторе* — верно, так как луна не отходит от экватора на небесной сфере на угол, больший $28.6°$.

✓ *Хвост у кометы появляется только при приближении к Солнцу* — верно, хвост появляется, когда вещество испаряется из ядра кометы, на далёких расстояниях от Солнца вещество слишком холодное и находится в твёрдом состоянии.

- *На спутники Сатурна садился аппарат «Новые горизонты»* — неверно, аппарат «Новые горизонты» никуда не садился.
- ✓ *Прохождение Венеры по диску Солнца можно наблюдать с Земли* — верно.
- *Венера имеет два естественных спутника неправильной формы* — неверно, Венера не имеет естественных спутников.

Задание 6. Вариант 1.

Два корабля находятся на экваторе. Корабль «Наутилус» находится на долготе $80°$ в. д., корабль «Южный Драккар» — на долготе $60°$ з. д. Считайте радиус Земли равным 6400 км.

а) Определите разницу в показаниях бортовых часов по модулю. Считайте, что на каждом корабле пользуются временем меридиана, на котором он находится. Ответ выразите в часах, округлите до десятых.

Ответ: 9.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) В 6:10 по корабельному времени на «Южном Драккаре» наблюдали восход Солнца. Во сколько по корабельному времени «Южного Драккара» будут наблюдать данное событие на «Наутилусе» в эти же сутки? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 20:50

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

в) На корабле «Наутилус» наблюдали полное лунное затмение в полночь 22 сентября. На какой высоте над горизонтом находился центр Луны в этот момент? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: 90

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

г) От «Южного Драккара» к «Наутилусу» отправился механический сокол с посланием. Предполагая, что сокол летит с постоянной скоростью 200 км/ч, определите время, которое потребуется соколу для доставки сообщения. «Наутилус» всё это время не двигается с места, сокол летит кратчайшим расстоянием.

Ответ: 3 дня; засчитывается в диапазоне [5; 7] часов

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1.5 балла. Всего — 3 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а) Если время корабля — это время меридиана, на котором он находится, то разница бортовых часов по модулю — это разность долгот (в данном случае сумма модулей), переведённая в часы:

$$\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{15^\circ} \text{ (в часах)},$$

где λ используются для обозначения долгот мест нахождения кораблей.

б) Так как оба корабля находятся на экваторе, по местному времени меридиана время восхода будет одинаковым, но события на «Наутилусе» произойдут на 9 часов 20 минут раньше или на 14 часов 40 минут позже, чем на «Южном Драккаре» (из-за разницы в долготах). В итоге по часам на «Южном Драккаре» время будет

$$6{:}10 + 14 \text{ часов } 40 \text{ минут} = 20{:}50.$$

в) «Наутилус» на экваторе, 22 сентября Солнце находится на небесном экваторе, а если происходит лунное затмение, то Луна находится в противоположной точке на небесной сфере. В полночь Солнце в нижней кульминации, значит, Луна будет в верхней кульминации. Экватор проходит через зенит, Луна будет в зените, значит, высота центра Луны над горизонтом равна 90°.

г) Так как оба корабля находятся на экваторе, значения не превышают 90° и находятся по разные стороны от гринвичского меридиана, то расстояние по поверхности можно найти по формуле:

$$L = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{360^\circ} \cdot 2\pi R_{\text{Земли}},$$

где λ используются для обозначения долгот мест нахождения кораблей. Следовательно время необходимое для такого полёта $\dfrac{L}{v}$.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 6.
Пункты а-б, г)

№ варианта	Долгота «Наутилуса», в. д.	Долгота «Южного Драккара», з. д.	Ответ (пункт а)	Ответ (пункт б)	Скорость сокола, км/ч	Ответ «дней» (пункт г)	Ответ в диапазоне «часов» (пункт г)	
1	80	60	9.3	20:50	200	3	5	7
2	83	55	9.2	20:58	190	3	8	10
3	86	50	9.1	21:06	180	3	11	13
4	89	45	8.9	21:14	170	3	15	17
5	92	40	8.8	21:22	160	3	19	21
6	95	35	8.7	21:30	160	3	17	19
7	98	30	8.5	21:38	150	3	22	24
8	101	25	8.4	21:46	140	4	3	5
9	104	20	8.3	21:54	130	4	9	11
10	107	15	8.1	22:02	120	4	16	18
11	110	60	11.3	18:50	110	7	3	5
12	113	67	12.0	18:10	100	8	8	10
13	116	74	11.3	17:30	105	7	11	13
14	119	81	10.7	16:50	120	6	3	5
15	122	88	10.0	16:10	135	5	3	5
16	125	95	9.3	15:30	150	4	7	9
17	128	102	8.7	14:50	165	3	15	17
18	131	109	8.0	14:10	180	3	1	3
19	134	116	7.3	13:30	195	2	14	16
20	137	123	6.7	12:50	210	2	4	6

Задание 7.

а) Приливы и отливы на Земле — периодические колебания уровня . . .,

Ответ:

- Солнца
- ✓ океана или моря
- земли
- гор

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) являющиеся результатом воздействия гравитационных сил . . .

Ответ:

- комет
- ✓ Луны и Солнца
- спутников Юпитера
- спутников Марса
- планет Солнечной системы

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Приливы от . . .

Ответ:

- Марса
- ✓ Луны
- Солнца
- Юпитера
- Сатурна

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) больше, чем от . . .

Ответ:

- Сатурна
- Марса
- Юпитера
- Луны
- ✓ Солнца

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

д) в 2.1 раза, поэтому параметры прилива зависят в основном от . . .

Ответ:

- времени года.
- конфигурации Марса.
- фазы Венеры.
- ✓ фазы Луны.
- взаимного положения Юпитера и Земли.
- времени суток.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

е) Если на островах в океане приливы утренние и вечерние, то . . .

Ответ:

- Солнце в нижней кульминации.
- ✓ Луна в первой или третьей четверти.
- будет солнечное затмение.
- Венера в западной или восточной элонгации.
- Юпитер в западной или восточной квадратуре.
- Марс в противостоянии.

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

Приливная сила от Луны формирует два приливных горба на поверхности Земли на линии Земля —Луна на стороне Земли, обращённой к Луне, и противоположной. То есть максимальный прилив там, где в данный момент кульминирует Луна, и с противоположной стороны планеты. Со стороны Солнца также действует приливная сила, она меньше, чем от Луны, но даёт свой вклад. Если прилив происходит в полночь, то Луна в фазе полнолуния или новолуния, т. к.

она в этот момент кульминирует (в верхней или нижней кульминации). Если прилив происходит утром или вечером, значит, угол Солнце —Земля —Луна равен 90 градусов и Луна в первой или третьей четверти.

Задание 8. Вариант 1.

21 марта наблюдатель находится на широте 65° с. ш. и видит звезду Бетельгейзе ($\delta = +7°$, $\alpha = 5^{ч}\ 55^{м}$) в верхней кульминации.

а) На какой высоте находится эта звезда? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: 32

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Во сколько по местному времени будет наблюдаться данное явление? Ответ запишите в формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 17:55

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Поскольку действие происходит в Северном полушарии и звезда Бетельгейзе наблюдается из того же полушария, высота верхней кульминации звезды находится по формуле

$$h_{вк} = 90° - \varphi + \delta = 32°,$$

где φ — широта места наблюдения, δ — склонение звёзд.

б) 21 марта Солнце имеет прямое восхождение, равное 0 ч, разница прямых восхождений — это разница по времени между двумя одинаковыми кульминациями для этих объектов. То есть Бетельгейзе будет кульминировать через 5 часов 55 минут после Солнца, а Солнце всегда кульминирует в полдень по местному времени в 12:00. Следовательно, Бетельгейзе будет в верхней кульминации в 17:55. Разницей между солнечным и звёздным временем пренебрежём.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 8.

№ варианта	Дата	Градусы с. ш.	Ответ (пункт а)	Ответ в диапазоне (пункт б)	
1	21 марта	65	32	17:50	18:00
2	21 марта	62	35	17:50	18:00
3	21 марта	59	38	17:50	18:00
4	21 марта	56	41	17:50	18:00
5	22 сентября	41	56	05:50	06:00
6	22 сентября	38	59	05:50	06:00
7	22 сентября	35	62	05:50	06:00
8	22 сентября	32	65	05:50	06:00
9	22 декабря	29	68	23:50	00:00
10	22 декабря	26	71	23:50	00:00
11	22 декабря	23	74	23:50	00:00
12	22 декабря	20	77	23:50	00:00

Задание 9. Вариант 1. Перед вами таблица экзопланет системы Трея ($R = 3R_\odot$, $M = 2M_\odot$).

Экзопланета	Масса, $M_\oplus$	Радиус, $R_\oplus$	Расстояние от родительской звезды, а. е.
Трея *b*	3.5	1.5	0.1
Трея *c*	10	2.5	1.2
Трея *d*	100	9.1	2.5

а) Определите ускорение свободного падения на планете Трея *b*. Ответ выразите в м/с^2, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [14.7; 15.7]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Определите угловой диаметр родительской звезды при наблюдении с планеты Трея *d*. Считайте, что угловой радиус Солнца при наблюдении с Земли равен 15 угловым минутам. Ответ выразите в градусах, округлите до сотых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.58; 0.62]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

в) Определите период обращения планеты Трея *c* вокруг родительской звезды. Ответ выразите в годах, округлите до сотых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.91; 0.95]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 15

Решение.

а) Ускорение свободного падения определяется по формуле

$$g = \frac{GM}{R^2}.$$

Так как параметры планет даны в радиусах и массах Земли, можно использовать ускорение свободного падения на Земле (9.8 м/с^2). Тогда формула будет выглядеть так:

$$g = 9.8\,\text{м/с}^2 \cdot \frac{M_{\text{pl}}}{M_0} \cdot \left(\frac{R_0}{R_{\text{pl}}}\right)^2,$$

где M_0 и R_0 — масса и радиус Земли соответственно, а M_{pl} и R_{pl} — масса и радиус планеты соответственно.

б) Угловой диаметр Солнца при наблюдении с Земли 0.5°. Следовательно, формула для углового диаметра следующая:

$$\alpha = 0.5^\circ \cdot \frac{R}{a},$$

где R — радиус родительской звезды в радиусах Солнца, a — расстояние от родительской звезды в астрономических единицах (а. е.).

в) Используя обобщённый третий закон Кеплера, получаем:

$$T_{(\text{в годах})} = \sqrt{\frac{a^3_{(\text{в а.е.})}}{M_{\text{звезды (в массах Солнца)}}}},$$

где a — расстояние от родительской звезды, $M_{\text{звезды}}$ (в массах Солнца) — масса родительской звезды.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 9.

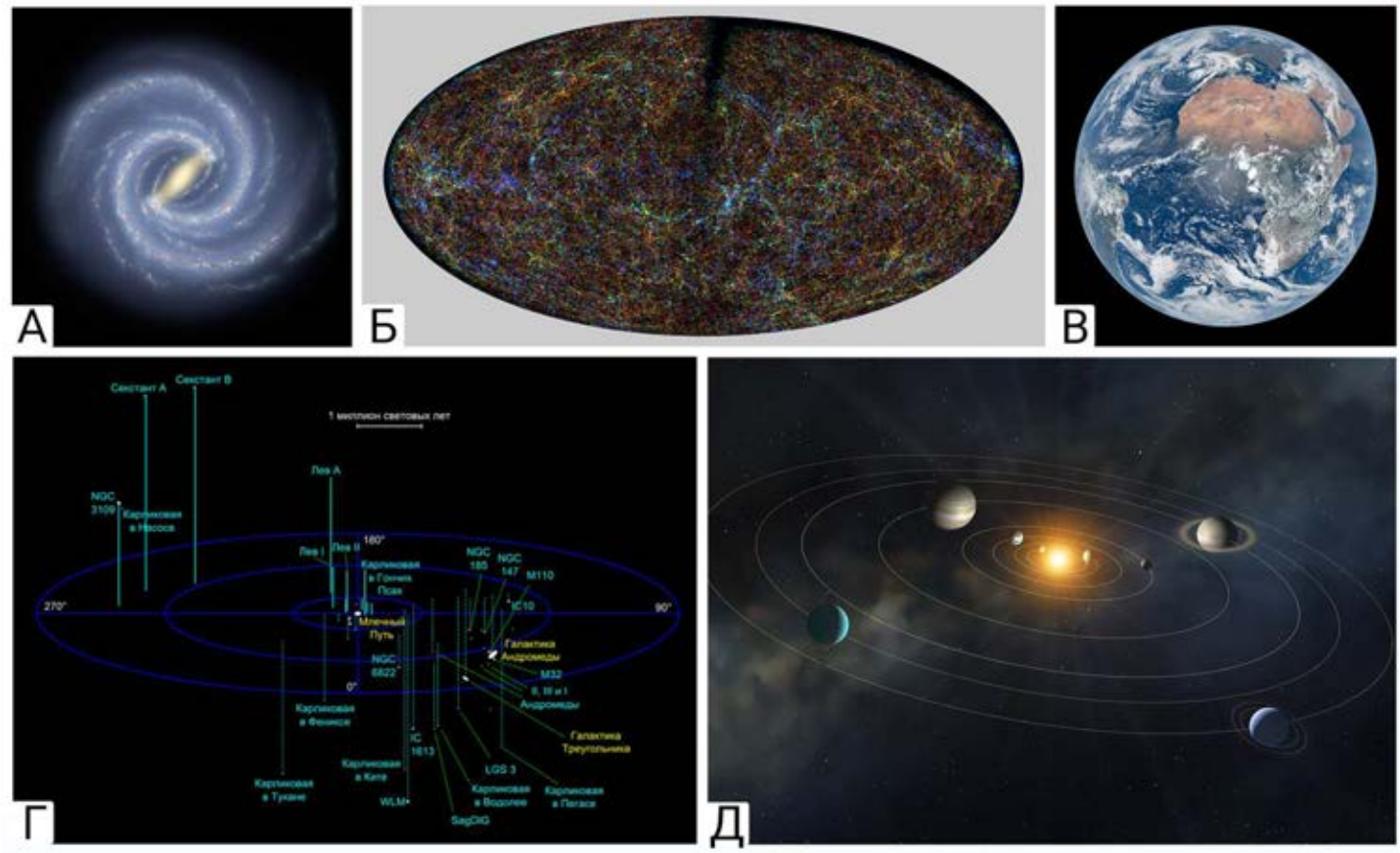
№ вар.	Масса Треи b, $M_\oplus$	Радиус Треи b, $R_\oplus$	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, $M_\oplus$	Радиус Треи c, $R_\oplus$	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, $M_\oplus$	Радиус Треи d, $R_\oplus$	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Радиус звезды, $R_\odot$	Масса звезды, $M_\odot$	Ответ в диапазоне (пункт а)	
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	3	2	14.7	15.7
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2.8	4	7	13.3	14.3
3	3.7	1.7	0.5	12	2.7	2.2	104	9.3	3.1	5	12	12.0	13.0
4	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	3.4	6	17	11.0	12.0
5	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	3.7	7	22	10.1	11.1
6	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	4	8	27	9.3	10.3
7	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	4.3	9	32	8.6	9.6
8	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	4.6	10	37	8.0	9.0
9	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	4.9	11	42	7.5	8.5
10	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10	5.2	12	47	7.0	8.0
11	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	5.5	13	52	6.6	7.6
12	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	5.8	14	57	6.2	7.2
13	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	6.1	15	62	5.8	6.8
14	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	6.4	16	67	5.5	6.5
15	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	6.7	17	72	5.2	6.2

№ вар.	Масса Треи b, $M_\oplus$	Радиус Треи b, $R_\oplus$	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, $M_\oplus$	Радиус Треи c, $R_\oplus$	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, $M_\oplus$	Радиус Треи d, $R_\oplus$	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Радиус звезды, $R_\odot$	Масса звезды, $M_\odot$	Ответ в диапазоне (пункт б)	
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	3	2	0.58	0.62
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2.8	4	7	0.69	0.73
3	3.7	1.7	0.5	12	2.7	2.2	104	9.3	3.1	5	12	0.79	0.83
4	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	3.4	6	17	0.86	0.90
5	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	3.7	7	22	0.93	0.97
6	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	4	8	27	0.98	1.02
7	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	4.3	9	32	1.03	1.07
8	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	4.6	10	37	1.07	1.11
9	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	4.9	11	42	1.10	1.14
10	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10	5.2	12	47	1.13	1.17
11	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	5.5	13	52	1.16	1.20
12	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	5.8	14	57	1.19	1.23
13	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	6.1	15	62	1.21	1.25
14	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	6.4	16	67	1.23	1.27
15	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	6.7	17	72	1.25	1.29

№ вар.	Масса Треи b, $M_\oplus$	Радиус Треи b, $R_\oplus$	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, $M_\oplus$	Радиус Треи c, $R_\oplus$	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, $M_\oplus$	Радиус Треи d, $R_\oplus$	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Радиус звезды, $R_\odot$	Масса звезды, $M_\odot$	Ответ в диапазоне (пункт в)	
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	3	2	0.91	0.95
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2.8	4	7	0.82	0.86
3	3.7	1.7	0.5	12	2.7	2.2	104	9.3	3.1	5	12	0.92	0.96
4	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	3.4	6	17	1.06	1.10
5	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	3.7	7	22	1.20	1.24
6	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	4	8	27	1.35	1.39
7	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	4.3	9	32	1.50	1.54
8	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	4.6	10	37	1.66	1.70
9	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	4.9	11	42	1.81	1.85
10	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10	5.2	12	47	1.97	2.01
11	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	5.5	13	52	2.12	2.16
12	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	5.8	14	57	2.28	2.32
13	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	6.1	15	62	2.43	2.47
14	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	6.4	16	67	2.59	2.63
15	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	6.7	17	72	2.75	2.79

Задание 10. Вариант 1.

Расположите изображения объектов, начиная с наименьшего по размерам, так, чтобы получился наш адрес во Вселенной.



Ответ:

✓ В
✓ Д
✓ А
✓ Г
✓ Б

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов. За каждую ошибку снимается 2 балла. Более 3 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 5

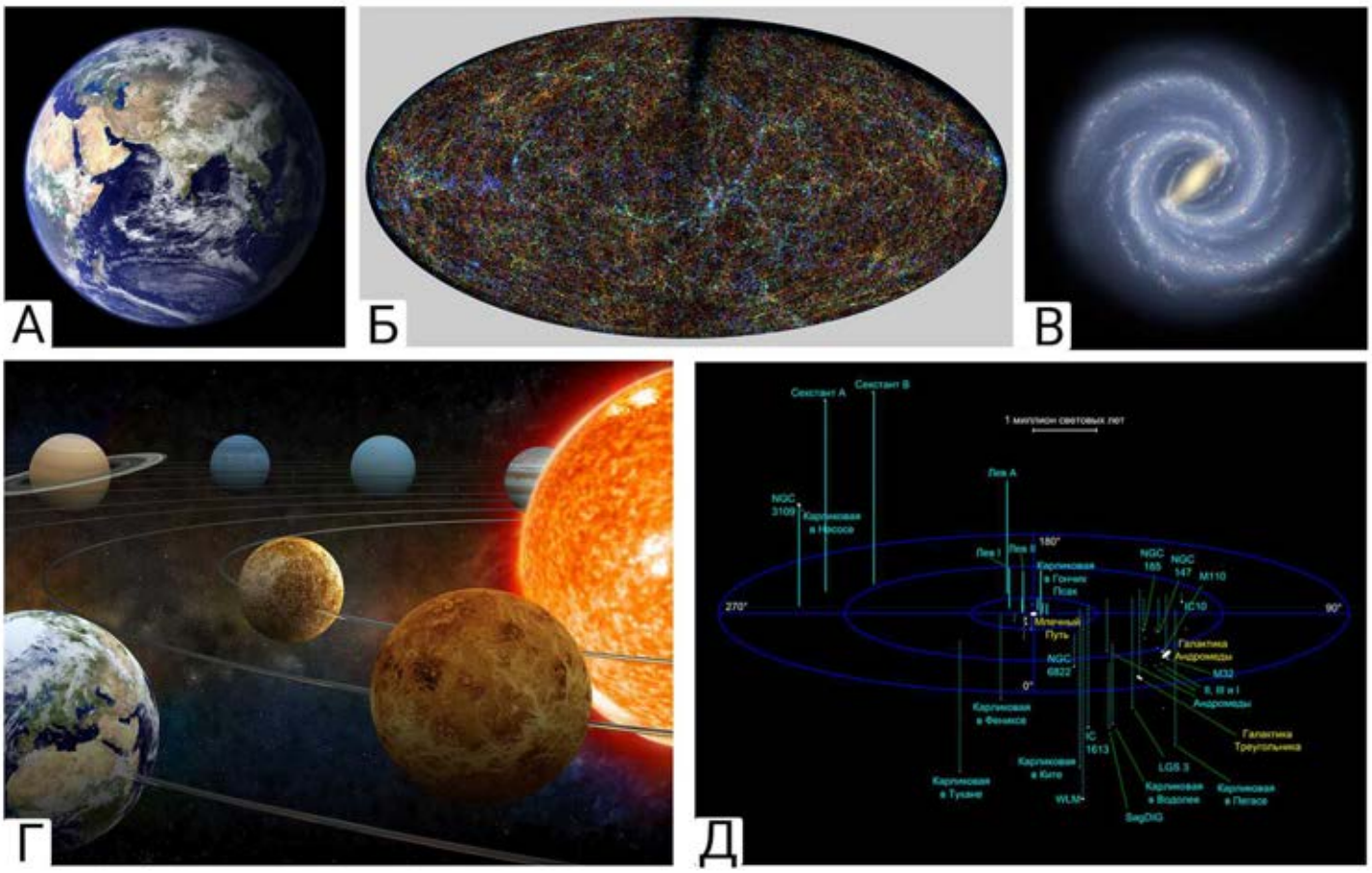
Решение.

Наш адрес во Вселенной от меньшего объекта к большему:

Планета Земля → Солнечная система → галактика Млечный Путь → местная группа галактик → сверхскопление галактик

Задание 10. Вариант 2.

Расположите изображения объектов, начиная с наибольшего по размерам, так, чтобы получился наш адрес во Вселенной.



Ответ:

- ✓ Б
- ✓ Д
- ✓ В
- ✓ Г
- ✓ А

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов. За каждую ошибку снимается 2 балла. Более 3 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 5

Решение по аналогии с вариантом 1

Сириус.Курсы — для тех, кто хочет знать больше!