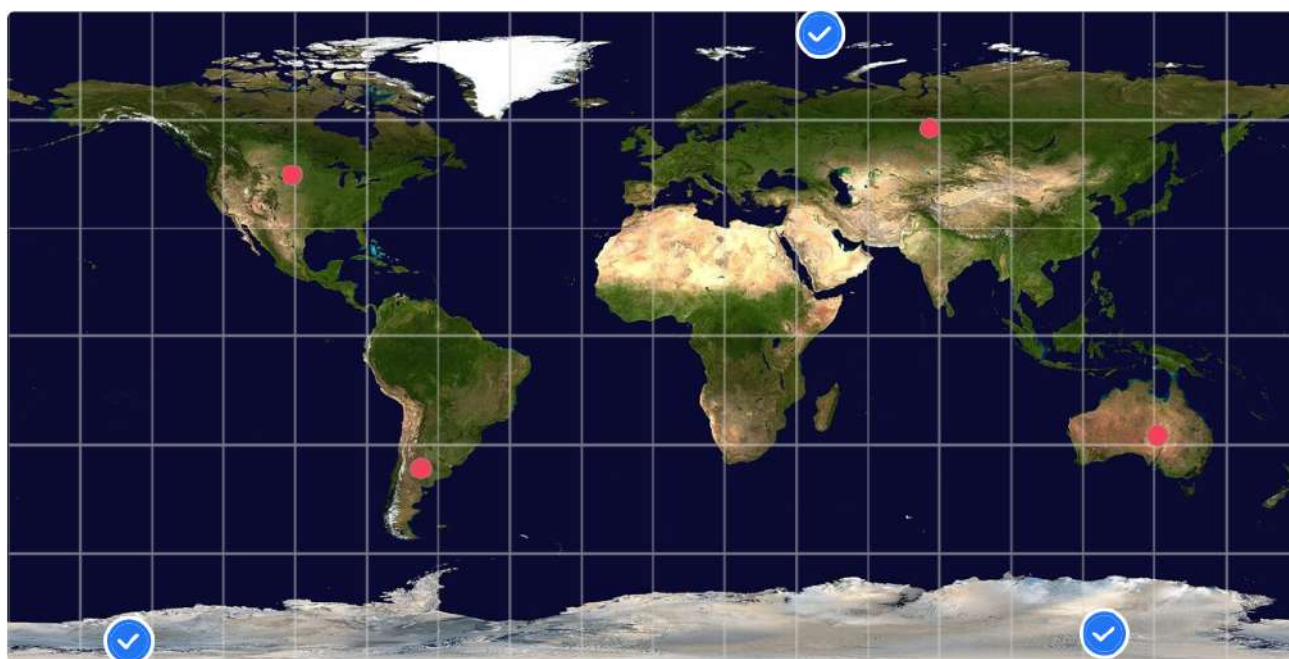


Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Вариант 1. На карте Земли отмечены некоторые точки.

а) В каких точках бывает полярная ночь?

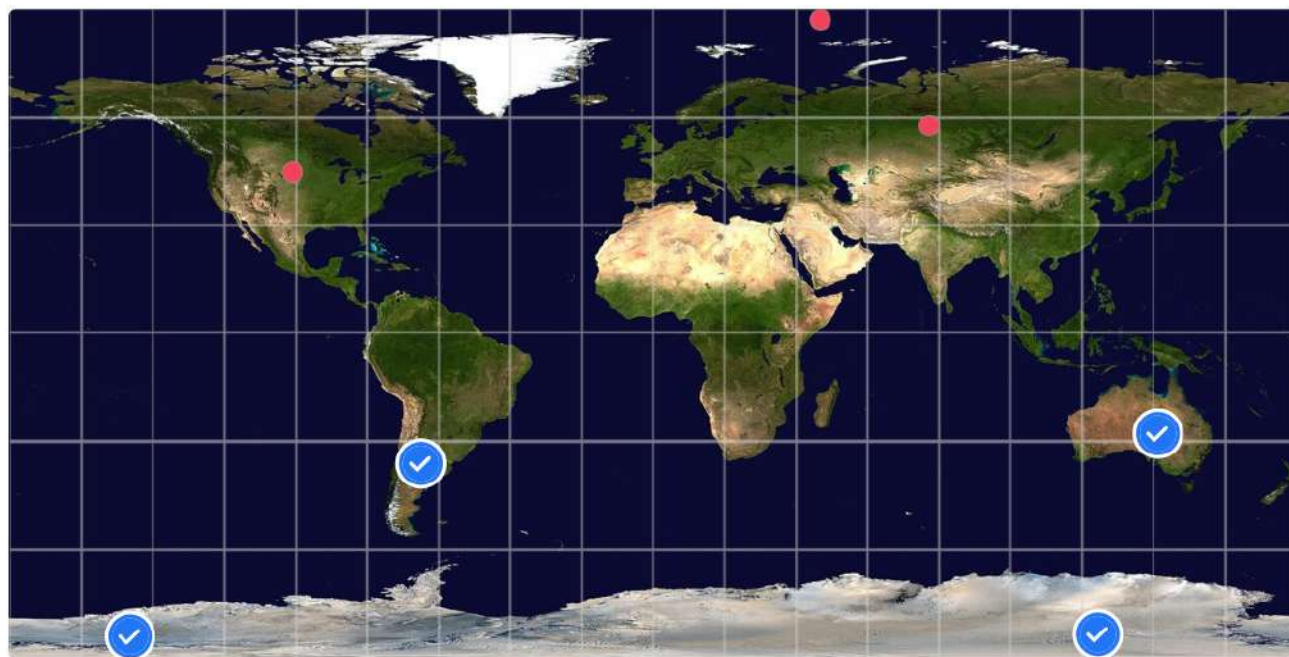
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 3 балла

б) Из каких точек **нельзя** увидеть Полярную звезду?

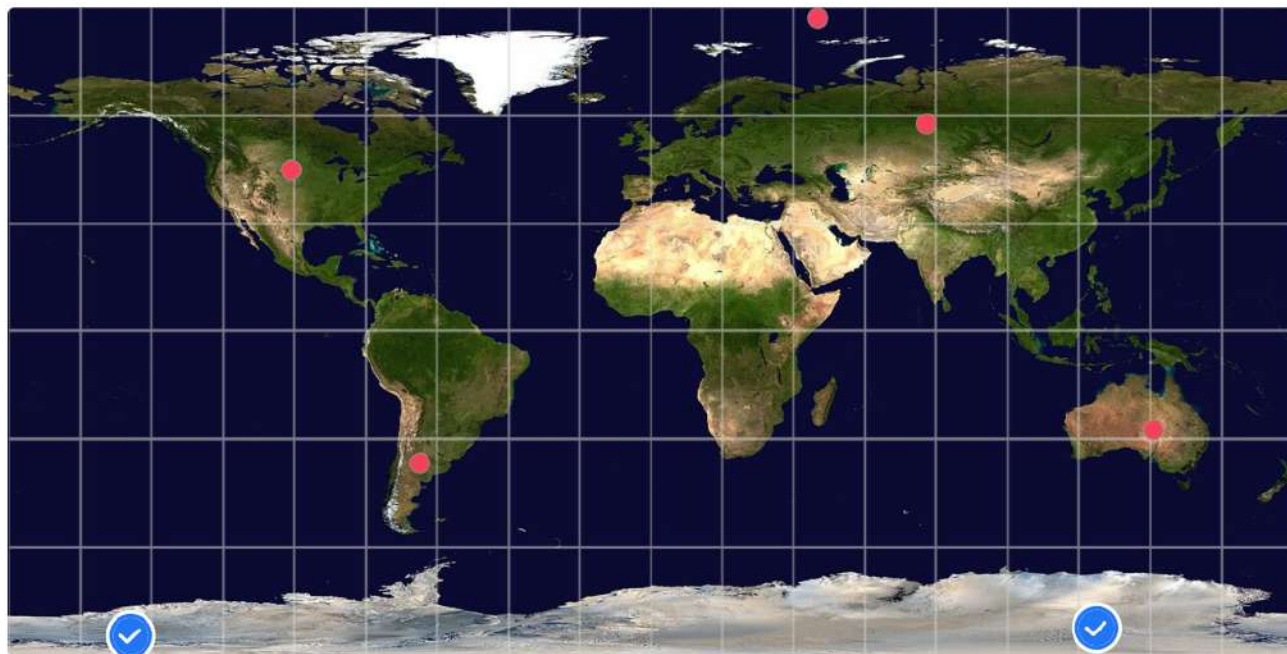
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 3 балла.

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

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Полярная ночь бывает в приполярных областях. Области заполярья, где бывают полярная ночь и полярный день, отстоят от географических полюсов на тот же угол, на который ось вращения Земли отклоняется от вертикали — примерно 23.5 градуса. Далее необходимо рассмотреть координатную сетку на карте. В клоне 1 от полюса до полюса 180 градусов, по вертикали карта разделена параллелями на 6 равных частей по 30 градусов, и можно заметить, что в пределах 23.5 градуса от полюсов находятся только три отмеченные точки. Следующий ближайший к полюсу пункт отстоит от него примерно на 30 градусов и уже не подходит в качестве ответа. В клоне 2 от полюса до полюса 180 градусов, карта разделена параллелями на 12 равных частей по 15 градусов, и можно заметить, что в пределах 23.5 градуса от полюсов находятся только три отмеченные точки. Следующий ближайший к полюсу пункт отстоит от него более чем на 45 градусов и уже не подходит в качестве ответа.

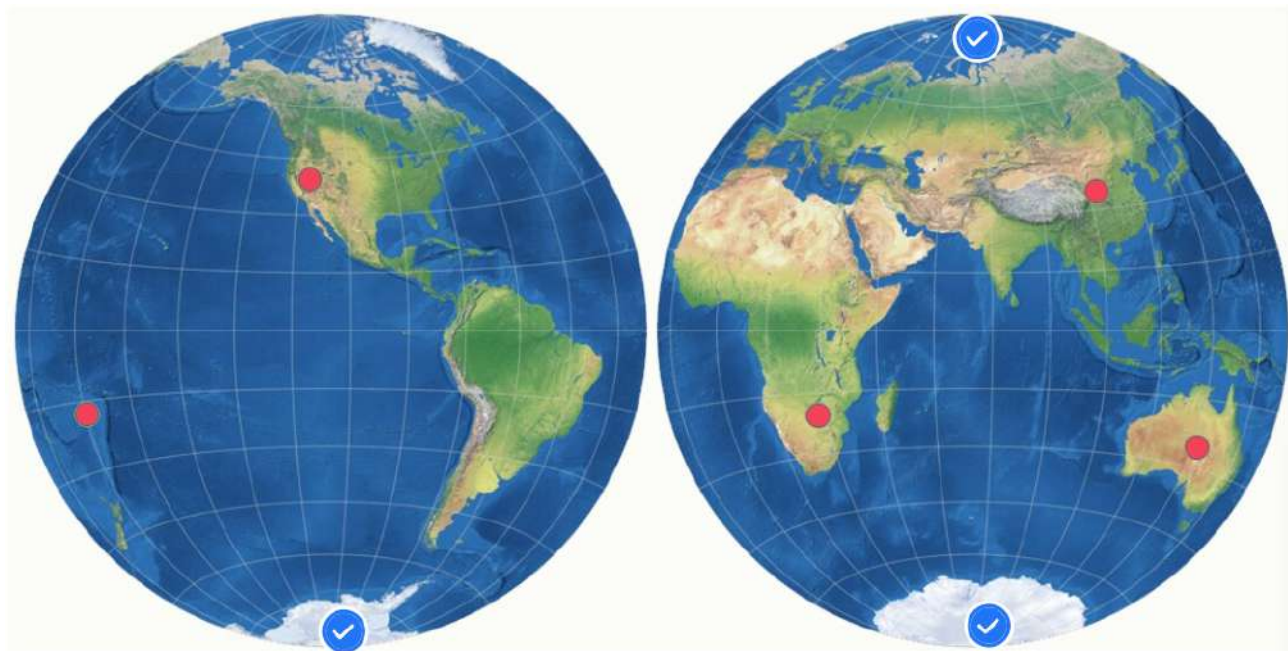
б) Полярную звезду невозможно увидеть из Южного полушария Земли. Параллель экватора делит карту точно пополам, разделяя Северное и Южное полушария. Полярную видно в Северном.

в) Так как карта искажает расстояние между точками, ориентироваться надо на координаты. Карта «вытягивает» полюса, которые в реальности являются точечными, поэтому две ближайшие точки находятся на Южном полюсе. Кратчайший путь на земном шаре проходит по дуге большого круга, и если ориентироваться на координаты каждой точки, то окажется, что две точки вблизи Южного полюса лежат практически на противоположных меридианах и кратчайший путь между ними проходит через Южный полюс. Это самое короткое расстояние, которое можно получить, попарно сравнивая все точки из условия.

Задание 1. Вариант 2. На карте Земли отмечены некоторые точки.

а) В каких точках бывает полярный день?

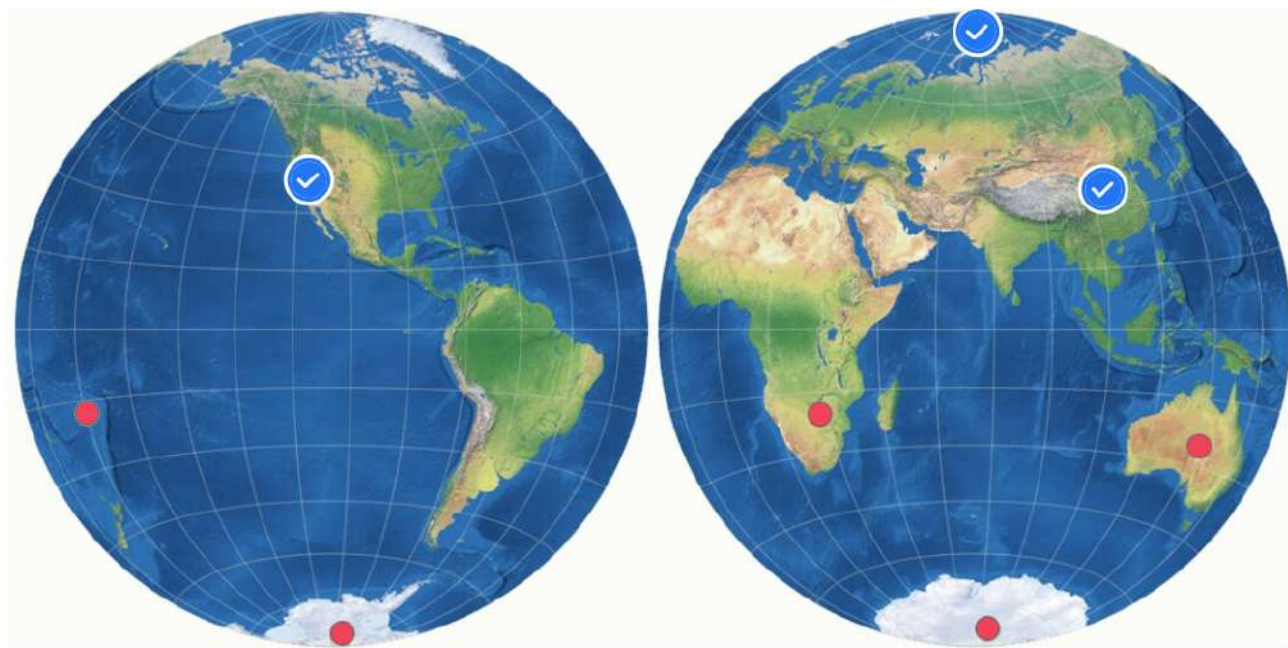
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 3 балла.

б) Из каких точек **можно** увидеть Полярную звезду?

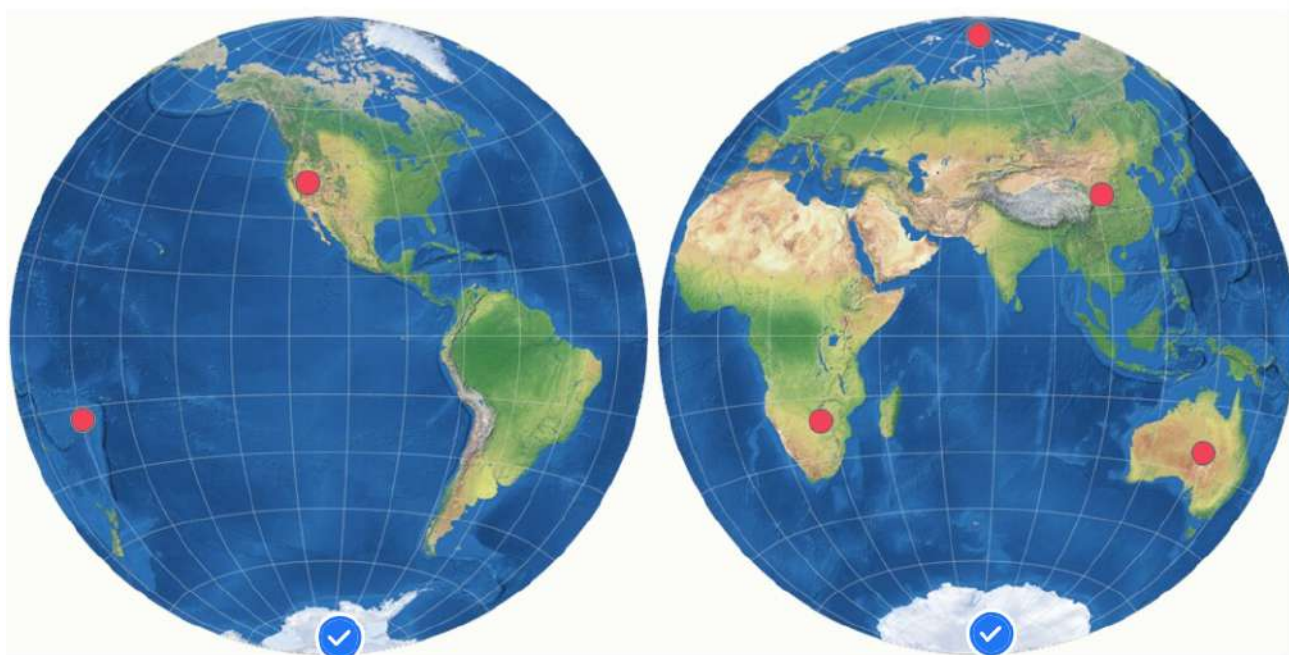
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 3 балла.

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

Ответ:



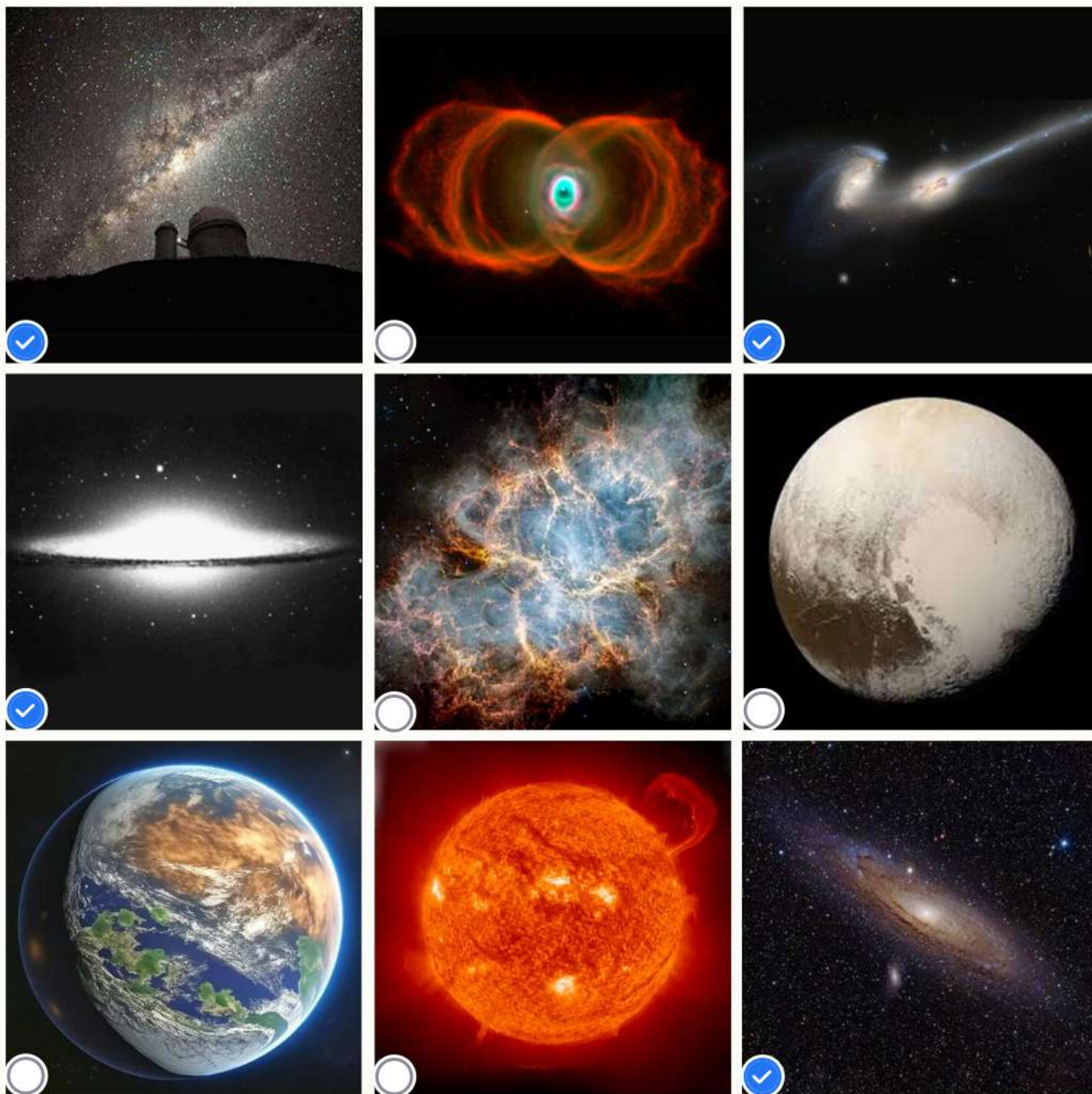
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 2. Выберите изображения галактик.

Ответ:



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

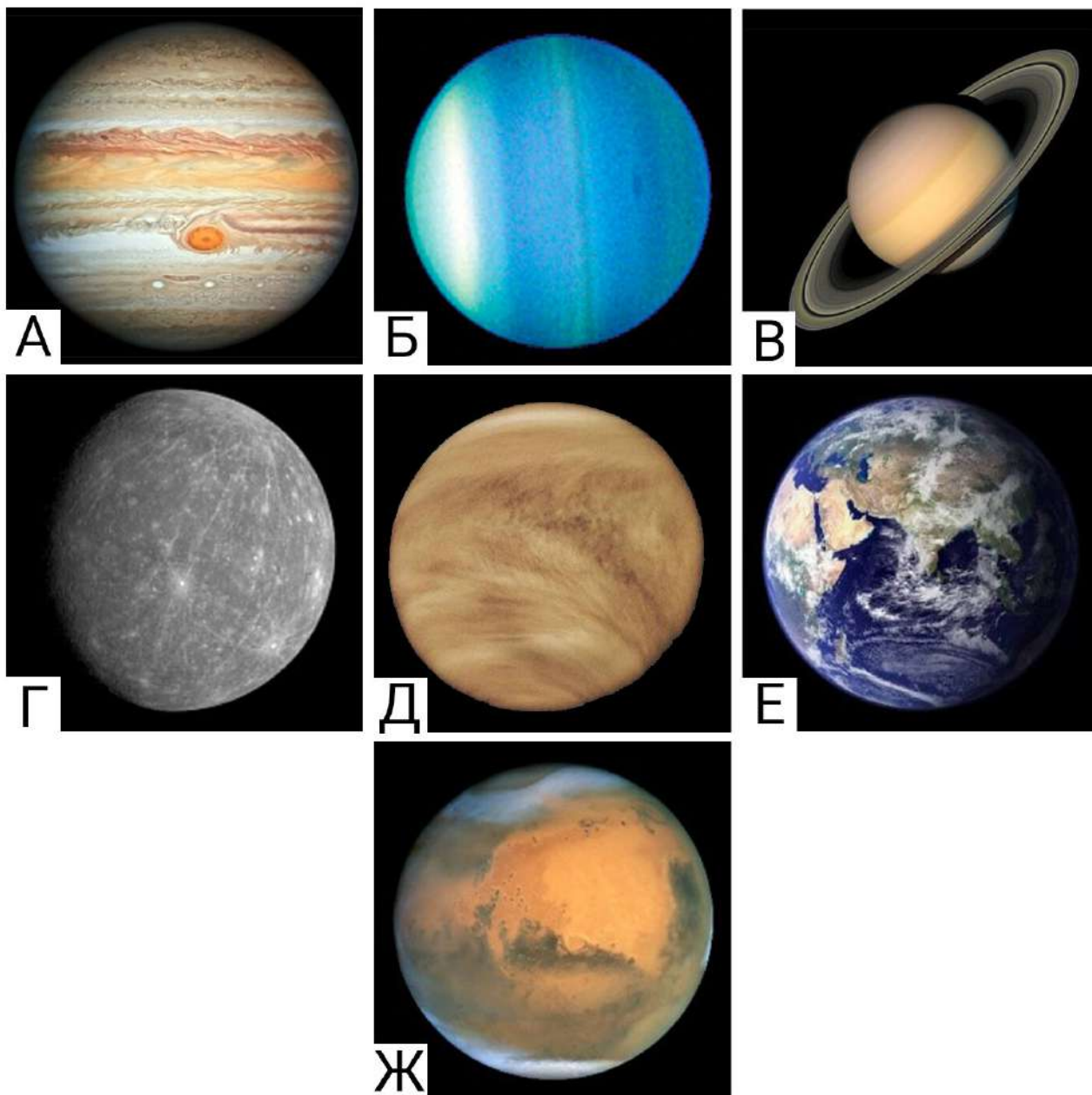
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

В задании представлены следующие объекты (слева направо, сверху вниз):

- Галактика Млечный Путь, видимая с Земли
- Планетарная туманность Песочные Часы
- Взаимодействующие галактики Мыши
- Галактика Сомбреро
- Остаток взрыва сверхновой 1054 года (Крабовидная туманность)
- Карликовая планета Плутон
- III-изображение экзопланеты Gliese-581d
- Солнце
- Галактика Андромеды

Задание 3. Вариант 1. Расположите планеты Солнечной системы в порядке удаления от Солнца.



Ответ:

- ✓ Г
- ✓ Д
- ✓ Е
- ✓ Ж
- ✓ А
- ✓ В
- ✓ Б

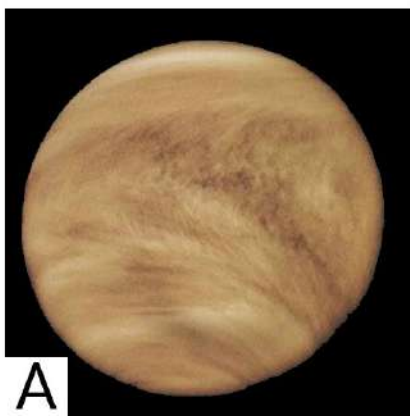
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 12 баллов. За каждую ошибку снимается 4 балла. Более 2 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 12

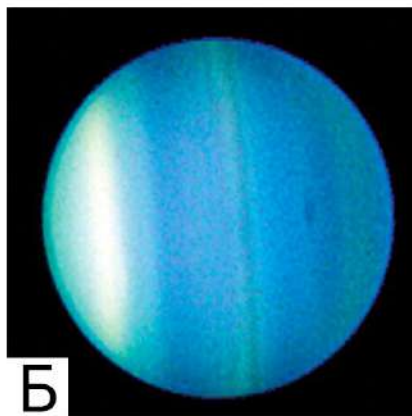
Решение.

Порядок изображений (слева направо, сверху вниз): Юпитер, Уран, Сатурн, Меркурий, Венера, Земля, Марс. Порядок, указанный в ответе, соответствует положению планет по мере их удаления от Солнца либо приближения к Солнцу, в зависимости от формулировки задания.

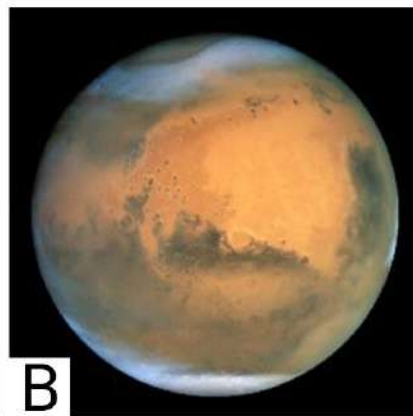
Задание 3. Вариант 2. Расположите планеты Солнечной системы в порядке приближения к Солнцу.



А



Б



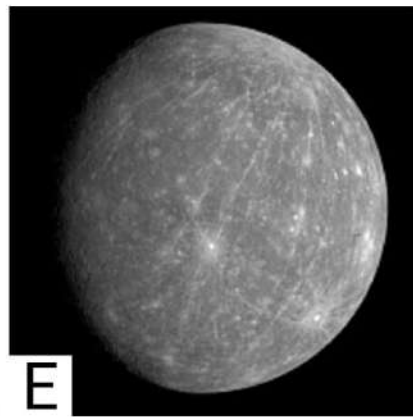
В



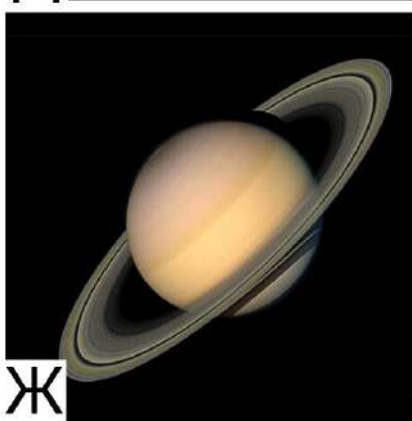
Г



Д



Е



Ж

Ответ:

- ✓ Б
- ✓ Ж
- ✓ Д
- ✓ В
- ✓ Г
- ✓ А
- ✓ Е

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 12 баллов. За каждую ошибку снимается 4 балла. Более 2 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 4. Вариант 1. Используя изображение звёздного неба, ответьте на вопросы.

а) Отметьте на рисунке созвездие Льва.

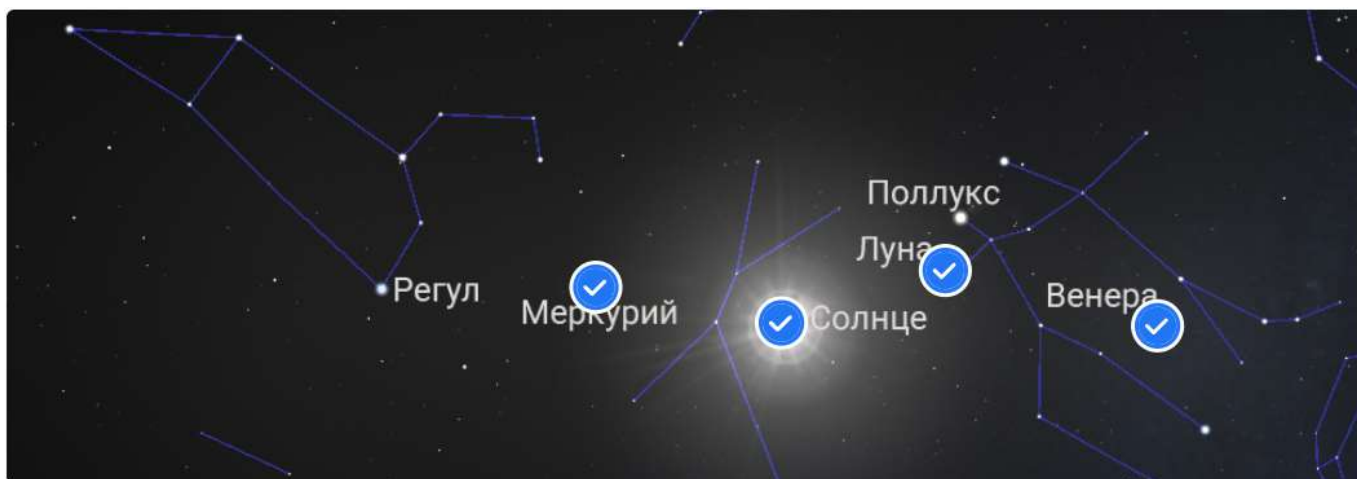
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Отметьте на рисунке объекты, принадлежащие Солнечной системе.

Ответ:



Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

На представленном участке звёздной карты отмечены (слева направо) Лев (звезда Регул), Рак и Близнецы (звезда Поллукс). Солнечной системе принадлежат Солнце, планеты и их спутники.

Задание 5. Вариант 1. Представлена марка, выпущенная в честь Юрия Гагарина. Ответьте на следующие вопросы.

а) Сколько лет исполнилось Юрию Гагарину в год, когда он совершил полёт в космос?

Ответ: 27

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Сколько лет прошло со дня смерти космонавта к моменту выпуска марки?

Ответ: 15 или 16

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а) Юрий Гагарин совершил свой полёт в космос в 1961 году (этот факт необходимо знать), родился он в 1934 году, эту информацию необходимо взять с марки (рядом с фамилией космонавта даны годы жизни). В итоге в 1961 году Юрию Гагарину исполнилось 27 лет.

б) Юрий Гагарин умер в 1968 году (даты жизни на марке), а марка была выпущена в 1984 году, значит, прошло 16 лет.



Задание 6. Вариант 1. Астрономы обнаружили необычный объект на расстоянии 150 астрономических единиц и отправили к нему космический аппарат «Эпос», передвигающийся со скоростью 3 астрономические единицы в день.

а) Сколько полных дней необходимо аппарату «Эпос» для того, чтобы добраться до объекта?

Ответ: 50

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

б) Аналогичный космический аппарат «Десмонт» отправился к другому объекту, находящемуся на расстоянии 3600 астрономических единиц и летящему в сторону Земли со скоростью 2 астрономические единицы в день. Сколько полных недель пройдёт, прежде чем космический аппарат «Десмонт» достигнет этого объекта?

Ответ: 102

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а) Время движения аппарата находится по формуле:

$$t = \frac{r}{v} = 50 \text{ дней,}$$

где r — расстояние до объекта, v — скорость аппарата.

б) «Аналогичный» космический аппарат означает, что он движется с той же скоростью, но в условии этого нет, и участники должны сделать логический вывод самостоятельно. Поскольку аппарат движется от Земли в сторону объекта, а сам объект приближается к Земле, то есть летит навстречу аппарату, их результирующая скорость — это сумма скоростей аппарата и объекта. Время движения аппарата в этом случае:

$$t = \frac{r}{(v_{\text{аппарата}} + v_{\text{объекта}})} = 720 \text{ дней.}$$

Чтобы выразить ответ в неделях, его необходимо разделить на 7 и отбросить остаток, получается 102 полных недели.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 6.

№ варианта	Расстояние до первого объекта, а. е.	Скорость «Эпоса», а. е./день	Ответ (пункт а)	Расстояние до второго объекта, а. е.	Скорость «Десмонта», а. е./день	Ответ (пункт б)
1	150	3	50	3600	2	102
2	160	4	40	3950	3	80
3	170	5	34	4300	4	68
4	180	6	30	4650	5	60
5	190	5	38	5000	6	64
6	200	8	25	5350	7	50
7	210	7	30	5700	8	54
8	220	5	44	6050	9	61
9	230	5	46	6400	2	130
10	240	3	80	6750	3	160
11	250	5	50	7100	4	112
12	260	4	65	7450	5	118
13	270	9	30	7800	6	74
14	280	7	40	8150	7	83
15	290	5	58	8500	8	93
16	300	5	60	8850	9	90
17	310	5	62	9200	2	187
18	320	8	40	9550	3	124
19	330	5	66	9900	4	157
20	340	5	68	10250	5	146

Задание 7. Вариант 1. Два мальчика, Миша и Вася, родились в один год. Миша родился 7 августа, а Вася — 10 марта.

а) Кто из мальчиков старше?

Ответ:

- Миша
- ✓ Вася
- Невозможно определить

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Найдите целое число недель между днями рождения мальчиков в пределах одного года.

Ответ: 21

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

в) На планете Ухтун год длится 240 дней, а продолжительность дней такая же, как и на Земле. Одновременно с Мишей родилась ухтунка Сари. Сколько полных лет будет Мише, когда Сари будет праздновать свой десятый день рождения?

Ответ: 6

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Так как мальчики родились в один год, старше тот, кто родился раньше, в данном случае Вася.

б) Найдём количество дней между днями рождения, не учитывая сами дни рождения (если учитывать дни рождения мальчиков, ответ не поменяется, так как в итоге требуется ответ в неделях). Между 10 марта и 7 августа — 21 день в марте, 30 дней в апреле, 31 день в мае, 30 дней в июне, 31 день в июле и 6 дней в августе, итого 149 дней. Поделим на 7 и отбросить остаток: 21 полная неделя.

в) Когда ухтунка Сари будет праздновать своё десятилетие, от дня рождения Сари и Миши пройдёт $10 \cdot 240 = 2400$ дней. На Земле пройдёт $\frac{2400}{365} = 6$ лет и примерно полгода, значит, Мише будет 6 полных лет.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 7.

№ варианта	День рождения Миши	День рождения Васи	Ответ (пункт а)	Ответ (пункт б)	Длительность года, дней	Некоторый по счёту день рождения Сари	Ответ (пункт в)
1	7 августа	10 марта	Вася	21	240	десятый	6
2	4 июня	3 февраля	Вася	17	245	одиннадцатый	7
3	2 июля	4 мая	Вася	8	250	двенадцатый	8
4	13 октября	8 марта	Вася	31	255	тринадцатый	9
5	15 ноября	6 июня	Вася	23	260	шестой	4
6	30 сентября	7 июля	Вася	12	255	пятый	3
7	9 декабря	13 января	Вася	47	250	восьмой	5
8	23 сентября	9 марта	Вася	28	245	восемнадцатый	12
9	2 января	7 марта	Миша	9	250	двадцатый	13
10	4 февраля	9 июля	Миша	22	270	третий	2
11	5 марта	5 октября	Миша	30	290	восьмой	6
12	7 марта	16 ноября	Миша	36	310	десятый	8
13	15 апреля	30 декабря	Миша	37	430	двенадцатый	14
14	23 мая	16 ноября	Миша	25	450	четырнадцатый	17
15	28 июня	19 октября	Миша	16	470	двенадцатый	15
16	22 февраля	3 декабря	Миша	40	490	восемнадцатый	24
17	11 января	12 апреля	Миша	13	510	двенадцатый	16
18	15 мая	9 июля	Миша	7	530	тринадцатый	18 или 19

Задание 8. Вариант 1. Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Смена дня и ночи происходит из-за сплюснутости орбиты Земли
- ✓ Плутон и Харон всегда повернуты друг к другу одной стороной
- Луна — самый большой спутник в Солнечной системе
- Солнечное затмение бывает, когда Луна в полнолунии
- Лунное затмение случается каждый месяц
- ✓ Полярная звезда находится в созвездии Малая Медведица
- Солнце — это самая большая звезда во Вселенной
- Плутон — это спутник Урана
- ✓ Сатурн имеет кольца и самое большое число известных спутников в Солнечной системе
- ✓ Сириус — самая яркая звезда ночного неба

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. Всего — 8 баллов. За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Смена дня и ночи происходит из-за сплюснутости орбиты Земли — неверно, смена дня и ночи происходит из-за вращения Земли вокруг своей оси.

Плутон и Харон всегда повернуты друг к другу одной стороной — верно, Плутон и Харон находятся в так называемом взаимном приливном захвате. И время, за которое Плутон обращается вокруг оси, равно времени, за которое Харон обращается вокруг Плутона и вокруг своей оси.

Луна — самый большой спутник в Солнечной системе — неверно, самый большой спутник в Солнечной системе — это спутник Юпитера Ганимед.

Солнечное затмение бывает, когда Луна в полнолунии — неверно, для солнечного затмения Луна должна быть в новолунии.

Лунное затмение случается каждый месяц — неверно, лунное затмение может произойти только во время полнолуния, когда земная тень падает на поверхность Луны, затмевая её. Однако из-за наклона орбиты Луны к плоскости орбиты Земли во время большинства полнолуний Луна оказывается выше или ниже этой плоскости и не лежит строго на линии Солнце – Земля, то есть не попадает в тень, отбрасываемую Землёй, и затмение не происходит.

Полярная звезда находится в созвездии Малая Медведица — верно.

Солнце — это самая большая звезда во Вселенной — неверно.

Плутон — это спутник Урана — неверно, Плутон — это карликовая планета.

Сатурн имеет кольца и самое большое число известных спутников в Солнечной системе — верно, на данный момент у Сатурна открыто почти 300 спутников, в то время как у другого гиганта – Юпитера – их немногим больше 100.

Сириус — самая яркая звезда ночного неба — верно.

Список использованных источников изображений**Задание 1. Вариант 1.**

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8f/Whole_world_-_land_and_oceans_12000.jpg/1920px-Whole_world_-_land_and_oceans_12000.jpg

Задание 1. Вариант 2.

<https://hightech.fm/wp-content/uploads/2021/02/azimutal-equal-area-hemi-110w.jpg>

Задание 2.

1. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/The_Galactic_Centre_and_Bulge_above_the_ESO_3.6-metre_telescope.jpg
2. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ef/Pluto_in_True_Color_-_High-Res.jpg
3. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/NGC4676.jpg>
4. <https://science.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/05/pia03149-copy.jpg>
5. <https://masterpiecer-images.s3.yandex.net/e25715276ae711ee8991baea8797b5f2:upscaled>
6. https://elementy.ru/images/kartinka_dnya/potd_sombrero_galaxy_2.jpg
7. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Andromeda_Galaxy_%28with_h-alpha%29.jpg
8. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/MyCn18-crop.png>
9. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0d/The_Crab_Nebula_%28weic2326a%29.jpg/330px-The_Crab_Nebula_%28weic2326a%29.jpg

Задание 3.

1. https://museum-21.su/upload/resize_cache/sprint.editor/8d4/800_210_1/f1939ergre81kf9zumz5x2mbz2f0xhyf.jpg
2. <https://spacegid.com/wp-content/uploads/2013/03/TSvet-Veneryi.jpg>
3. <https://share.google/ykCa00Yf71iCpfRbV>
4. <https://4glaza.ru/upload/medialibrary/71d/dnftydr80jsel9pghtdsuqaj6j49k9en/articles-mars-os-vrashcheniya.jpg>
5. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/50/Jupiter%2C_image_taken_by_NASA%27s_Hubble_Space_Telescope%2C_June_2019_-_Edited.jpg/330px-Jupiter%2C_image_taken_by_NASA%27s_Hubble_Space_Telescope%2C_June_2019_-_Edited.jpg
6. <https://neane.ru/rus/7/write/0323/000.jpg>
7. https://icdn.lenta.ru/images/2017/03/31/12/20170331122045721/pic_50373cd1e85aa53c8487c1133e4a8919.jpg

Задание 5.

https://filtorg.ru/images/thumbnails/430/377/detailed/76/1984_5413_3187_0_copy.png

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



Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. На карте Земли отмечены некоторые точки.

а) В каких точках Солнце хотя бы раз в год заходит за горизонт?

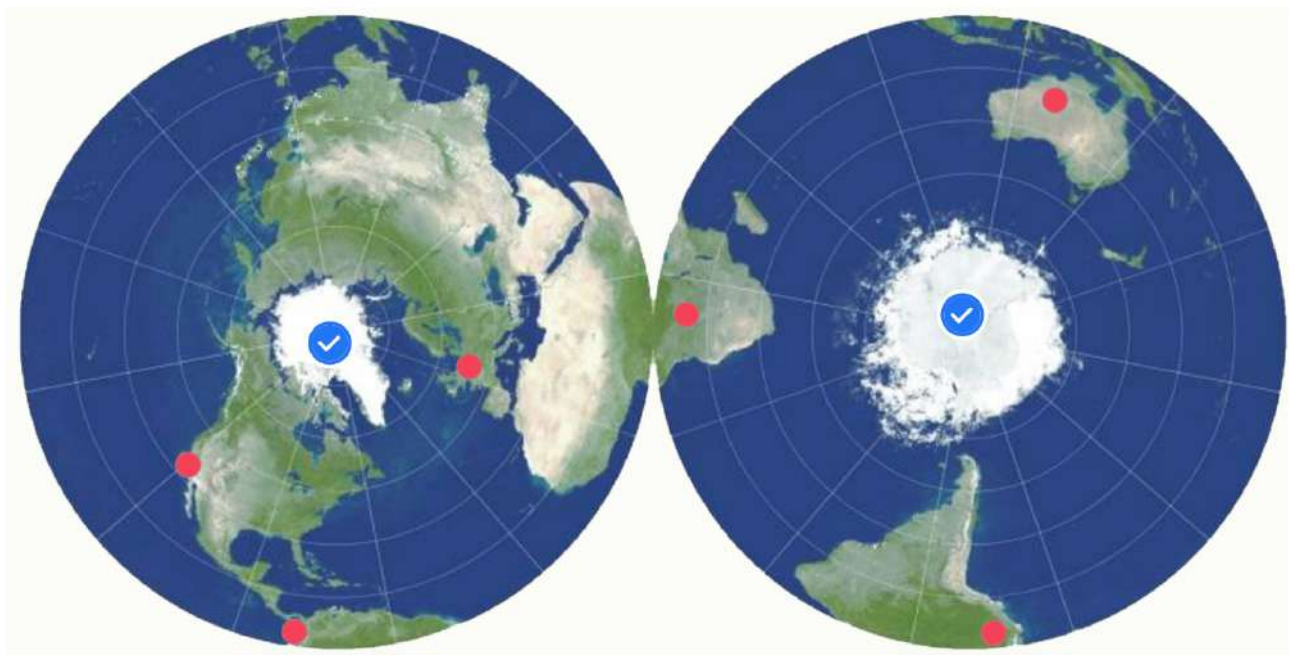
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2.5 балла. За каждую ошибку снимается 1.5 балла.

б) В каких точках бывает полярный день?

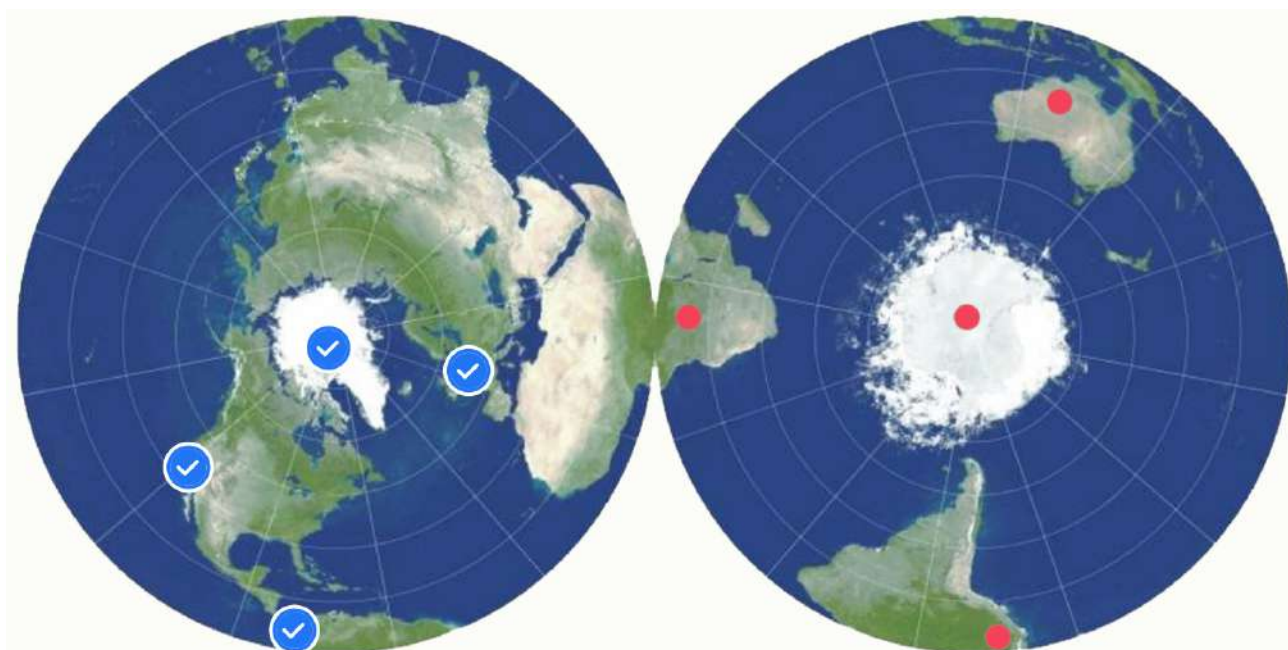
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2.5 балла. За каждую ошибку снимается 1.5 балла.

в) Из каких точек можно увидеть Полярную звезду?

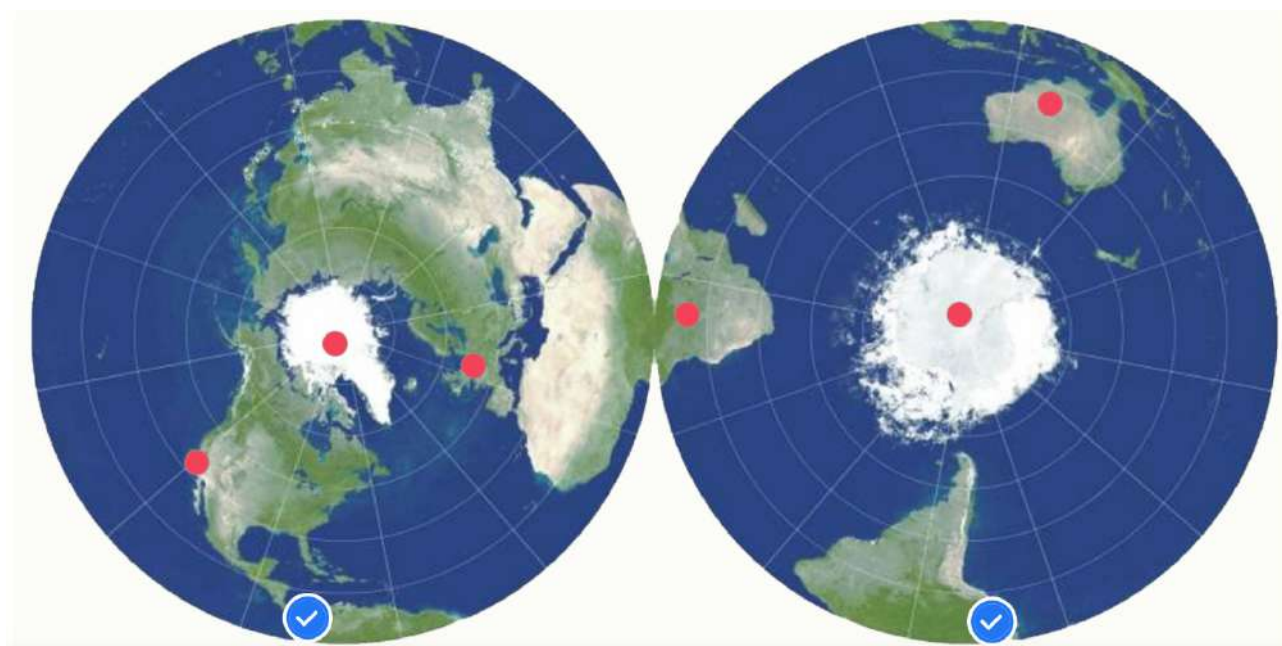
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2.5 балла. За каждую ошибку снимается 1.5 балла.

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

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2.5 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а) Ночь бывает на всей территории Земли.

б) Полярный день бывает в областях рядом с полюсами. Области заполярья, где бывают полярная ночь и полярный день, отстоят от географических полюсов на тот же угол, на который ось вращения Земли отклоняется от вертикали — примерно 23.5° (23.5 градуса).

Далее необходимо рассмотреть координатную сетку на картах полушарий. От полюса до экватора 90° , которые разделены параллелями на 6 равных частей по 15° , и можно заметить, что в пределах 23.5° от полюсов находятся только две отмеченные точки. Следующий ближайший к полюсу пункт отстоит от него примерно на 37° и уже не подходит в качестве ответа.

в) Полярную звезду можно увидеть только из Северного полушария.

г) Карта искажает реальные расстояния между точками, поэтому ориентироваться надо на координаты. Кратчайший путь проходит по дуге большого круга, и если ориентироваться на координаты каждой точки, то окажется, что две точки вблизи экватора лежат на одном меридиане. Это самое короткое расстояние, которое можно получить, попарно сравнивая все точки из условия.

Задание 2. Выберите изображения планет Солнечной системы.

Ответ:



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

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Объекты, представленные в задании (слева направо, сверху вниз): Юпитер, Астероид Веста, Венера, Солнце, ИИ-изображение экзопланеты Gliese – 581d, Земля, Сатурн, Луна, Спутник Плутона Харон.

Задание 3. Распределите объекты по группам.

Ответ:

Искусственные космические аппараты	
---	---

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 3 ошибок — 0 баллов

Карликовые планеты	
---------------------------	--

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 3 ошибок — 0 баллов

Астероиды	
-----------	---

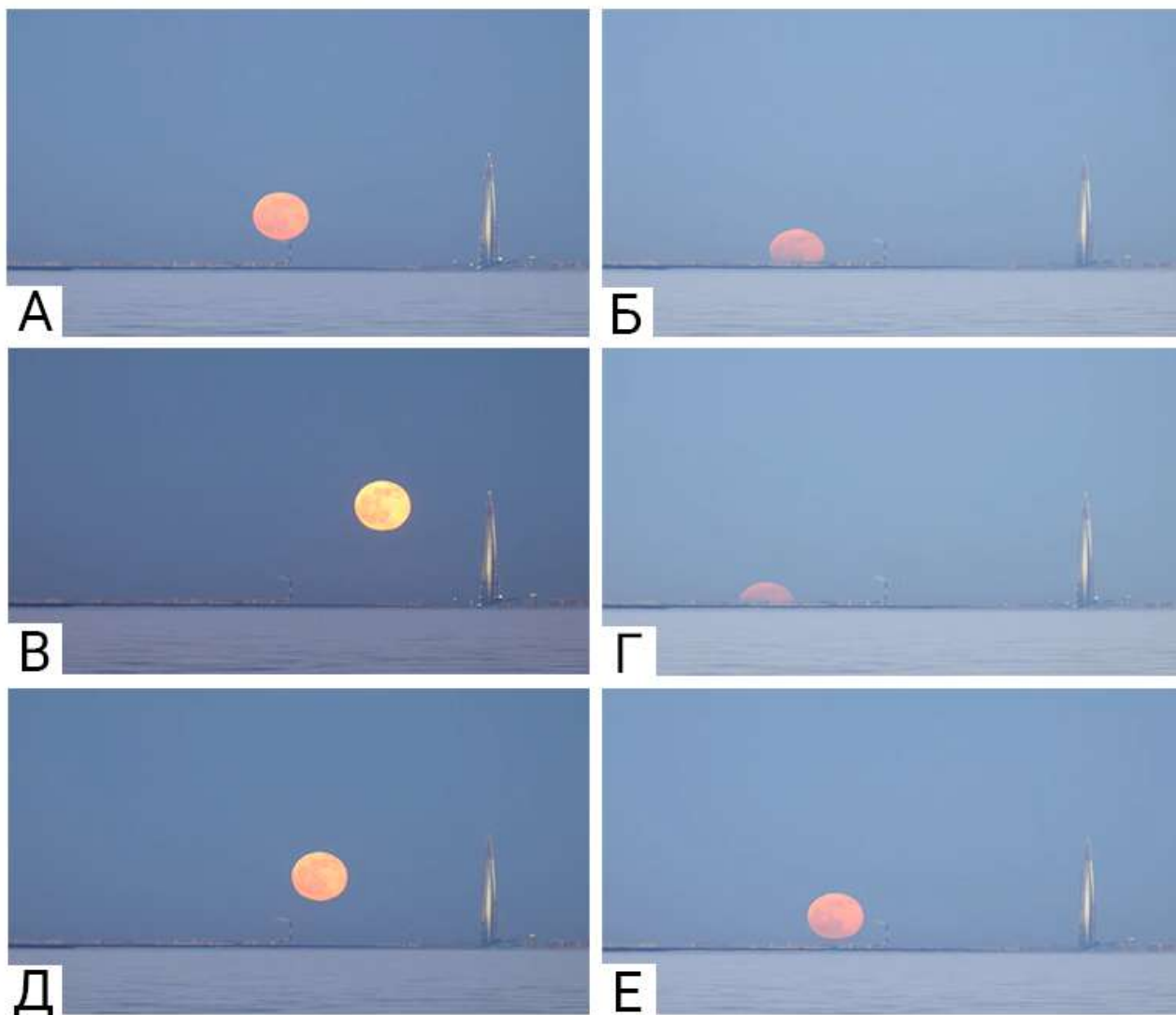
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 3 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

Объекты группируются по их внешнему виду. Искусственные космические аппараты отобрать легко: это космический телескоп им. Хаббла, космический аппарат «Новые горизонты» и «Спутник-1». Далее по форме можно различить астероиды и карликовые планеты: астероиды имеют неправильную форму, здесь это Гаспра, Лютетия и Итокава; карликовые планеты имеют достаточную массу, чтобы получить сферическую форму: Плутон, Макемаке и Церера.

Задание 4. Вариант 1. Данные кадры были сделаны во время восхода Луны в Санкт-Петербурге.



а) Расположите изображения в хронологическом порядке.

Ответ:

- ✓ Г
- ✓ Б
- ✓ Е
- ✓ А
- ✓ Д
- ✓ В

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 3 ошибок — 0 баллов

б) В какую сторону была направлена камера?

Ответ:

- На север
- На юг
- На запад
- ✓ На восток

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Когда были сделаны эти изображения?

Ответ:

- Утром
- В полдень
- ✓ Вечером
- В полночь

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Угловой радиус Луны равен 15 угловым минутам. Пользуясь изображением ниже, найдите угловую высоту «Лахта Центра» (высотное здание в правой части кадра).



Ответ выразите в угловых минутах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [60; 64]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

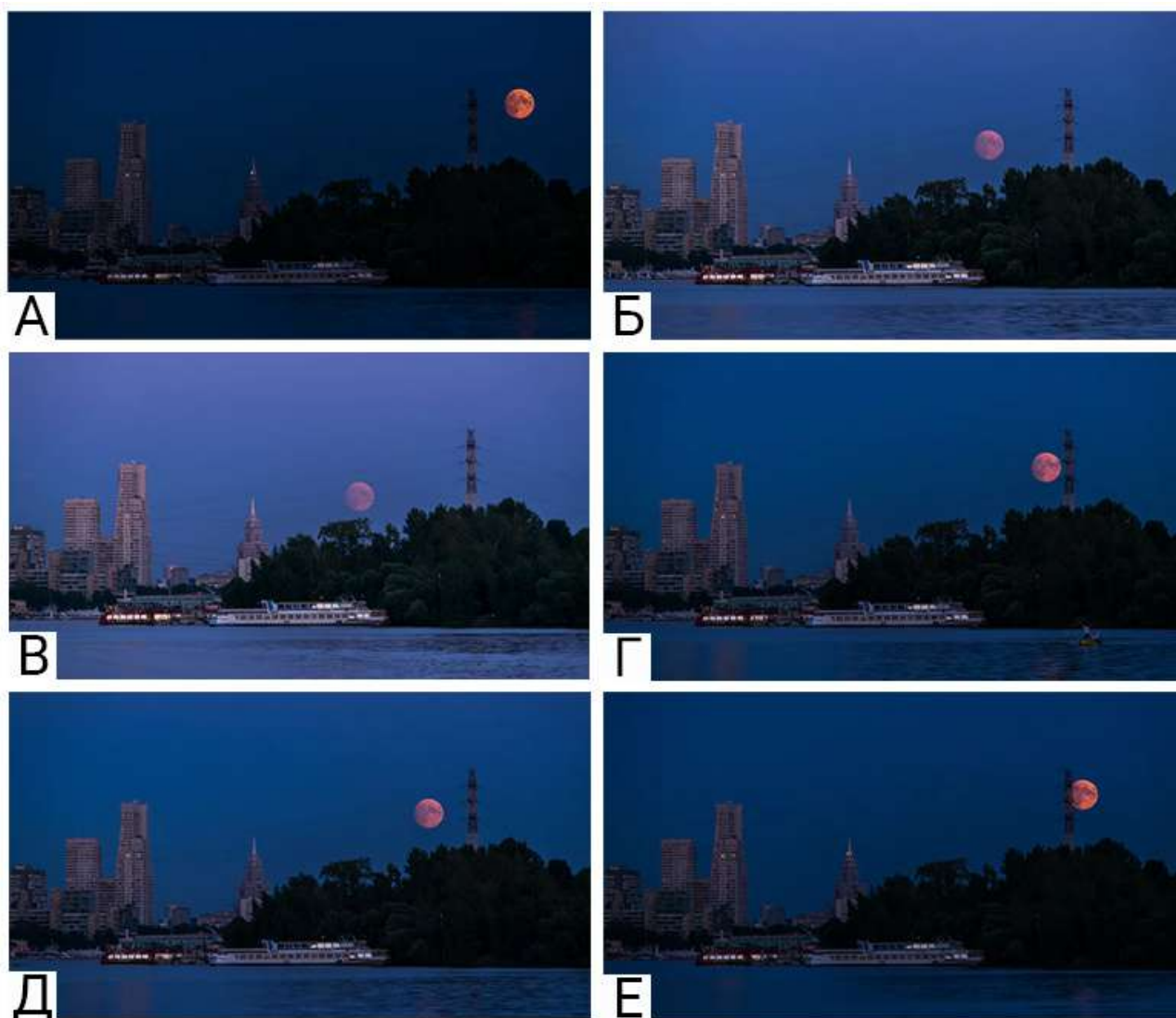
а) Картинки необходимо выстраивать в порядке увеличения высоты Луны над линией горизонта.

б) Так как на фотографиях изображён восход Луны, камера была направлена на восток.

в) Луна находится в полнолунии, значит, Солнце в противоположной стороне неба — на западе, Луна восходит, а Солнце заходит. Вывод — это вечер.

г) За ориентир возьмём горизонтальный размер Луны, так как вертикальный размер искривляется под действием рефракции вблизи горизонта. Угловой размер «Лахта Центра» в 2.05 раза больше диаметра Луны. В условии дан радиус Луны, значит, угловая высота «Лахта Центра» $\alpha = 2 \cdot 15' \cdot 2.05 = 62'$.

Задание 4. Вариант 2. Данные кадры были сделаны во время восхода Луны в Московской области.



а) Расположите изображения в хронологическом порядке.

Ответ:

- ✓ В
- ✓ Б
- ✓ Д
- ✓ Г
- ✓ Е
- ✓ А

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 3 ошибок — 0 баллов

б) В какой стороне находилось Солнце?

Ответ:

- На севере
- На юге
- ✓ На западе
- На востоке

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) В какой фазе находилась Луна?

Ответ:

- ✓ Полнолуние
- Первая четверть
- Новолуние
- Последняя четверть

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Угловой диаметр Луны равен 32 угловым минутам. Пользуясь изображением ниже, найдите угловой размер белой яхты (её длину) в центре кадра.



Ответ выразите в угловых минутах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [180; 210]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 10

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 5. Вариант 1.

а) Расположите марки в порядке, в котором происходили события.



Ответ:

- ✓ Д
- ✓ Г
- ✓ Б
- ✓ В
- ✓ А
- ✓ Е

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 2 балла. Более 3 ошибок — 0 баллов

б) Используя марки, определите число полных недель, прошедших между запуском первого искусственного спутника и первым снимком обратной стороны Луны.

Ответ: 104**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 3 балла

в) Сколько полных месяцев прошло между запуском первого человека в космос и выходом Алексея Леонова 18 марта 1965 года в открытый космос?

Ответ: 47**Критерий оценивания:** точное совпадение ответа — 3 балла**Максимальный балл за задание — 10****Решение.**

а) На марках указана дата события (иногда это две близкие даты). И решение сводится к тому, чтобы выстроить марки в порядке возрастания номера года. 1959-му году посвящены две марки, в этом случае нужно сравнить месяцы, которые указаны римскими цифрами: IX — сентябрь, X — октябрь.

б) Для ответа на данный вопрос посмотрим на картинку с марками, по ней можно определить даты событий. Запуск первого искусственного спутника произошёл 4.10.1957, первый снимок обратной стороны луны был сделан 6.10.1959. Для того, чтобы найти количество полных недель, прошедших между этими событиями, необходимо посчитать количество дней между ними и поделить на 7 и взять целую часть. Количество дней между этими датами — 732. Количество недель — 104.

в) Аналогично найдём указанное событие на марке: запуск первого человека в космос был совершён 12.04.1961, выход Алексея Леонова в открытый космос — 18.03.1965. В данном случае требуется найти количество полных месяцев. С 12.04.1961 по 12.04.1965 прошло полных 4 года, то есть 48 месяцев, но выход Алексея Леонова в открытый космос был раньше на 1 месяц, до 12.03.1965 года прошло 47 месяцев, оставшиеся дни за полный месяц не считаются. Ответ — 47 полных месяцев.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 5.**Пункты б-в)**

№ варианта	Событие 1	Событие 2	Дата события 1	Дата события 2	Ответ (пункт б)
1	запуск первого искусственного спутника	первый снимок обратной стороны Луны	04.10.1957	06.10.1959	104
2	первый снимок обратной стороны Луны	окончание первого группового полёта	06.10.1959	15.08.1962	149
3	запуск первого человека в космос	окончание полёта первой женщины в космос	12.04.1961	19.06.1963	114
4	начало первого группового полёта	запуск первого искусственного спутника	11.08.1962	04.10.1957	253
5	запуск корабля Восток-2	первый вымпел на Луне	06.08.1961	14.09.1959	98

№ варианта	Событие 3	Событие 4	Дата события 3	Дата события 4	Ответ (пункт в)
1	запуск первого человека в космос	выход Алексея Леонова в открытый космос	12.04.1961	18.03.1965	47
2	начало полёта первой женщины в космос	выход Алексея Леонова в открытый космос	16.06.1963	18.03.1965	21
3	начало первого группового полёта	Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны	11.08.1962	20.07.1969	83
4	первый вымпел на Луне	Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны	14.09.1959	20.07.1969	118
5	запуск первого искусственного спутника	запуск первого в мире лунного самоходного аппарата «Луноход-1»	04.10.1957	10.11.1970	157

Задание 6. Вариант 1. Космический корабль «Альбатрос» отправился к звезде, находящейся на расстоянии 70 световых лет. Корабль движется со скоростью 0.4 скорости света.

а) Сколько времени необходимо кораблю для того, чтобы добраться до звезды? Ответ выразите в годах, округлите до целых.

Ответ: 175

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

б) Другой корабль «Стриж» отправился к этой же звезде со скоростью вдвое меньше. Сколько времени потребуется «Стрижу» для того, чтобы достичь звезды? Ответ выразите в годах, округлите до целых.

Ответ: 350

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

в) «Стриж» начал свой полёт на 150 лет раньше. Через сколько времени после старта «Альбатрос» нагонит «Стрижа»? Ответ выразите в годах, округлите до целых.

Ответ: 150

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

г) Корабль «Баклан», полностью аналогичный кораблю «Альбатрос», отправился к необычному объекту, находящемуся на расстоянии 30 световых лет и приближающемуся к Земле со скоростью, равной 0.1 скорости света. Сколько времени потребуется «Баклану», чтобы добраться до этого объекта? Ответ выразите в годах, округлите до целых.

Ответ: 60

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Время движения корабля находится по формуле

$$t = \frac{R \text{ (в световых годах)}}{v \text{ (световые годы в год)}} = 175 \text{ лет,}$$

где R — расстояние до объекта, а v — скорость корабля.

Альтернативное решение:

Расстояние в 70 световых лет свет по определению проходит за 70 лет. Корабль, который движется со скоростью $0.4 = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$ скорости света, движется в $\frac{1}{0.4} = \frac{5}{2} = 2.5$ раза медленнее, и его путешествие будет в 2.5 раза продолжительнее, то есть займёт $70 \cdot 2.5 = 175$ лет.

б) Так как второй корабль движется со вдвое меньшей скоростью, времени ему потребуется вдвое больше, чем первому кораблю. Итого 350 лет.

в) Запишем формально путь s , который прошли оба корабля до их встречи. Пусть время t — это время, которое прошло с момента старта «Альбатроса», его нам нужно найти. Пусть v — скорость «Стрижа», тогда $2v$ — скорость «Альбатроса», он в 2 раза быстрее «Стрижа» по условию задачи.

Путь «Стрижа»: $s = v \cdot 150 \text{ лет} + v \cdot t$

Путь «Альбатроса»: $s = 2v \cdot t$

Поскольку корабли встретились, они прошли одинаковый путь s , и мы можем приравнять $v \cdot 150 \text{ лет} + v \cdot t = 2v \cdot t$. Сократим обе части уравнения на v , получим $150 \text{ лет} + t = 2t$, перенесём t в правую часть уравнения, получим $150 \text{ лет} = t$. До встречи кораблей прошло 150 лет.

г) «Аналогичный» космический аппарат означает, что он движется с той же скоростью; в условии этого нет, и участники должны сделать логический вывод самостоятельно. Так как объект приближается к кораблю «Баклан», аналогу «Альбатроса» понадобится

$$t = \frac{R}{(v_{\text{корабля}} + v_{\text{объекта}})} = 60 \text{ лет.}$$

Стоит объяснить, почему происходит сложение скоростей: поскольку аппарат движется от Земли в сторону объекта, а сам объект приближается к Земле, то есть летит навстречу аппарату, их результирующая скорость — это сумма скоростей аппарата и объекта.

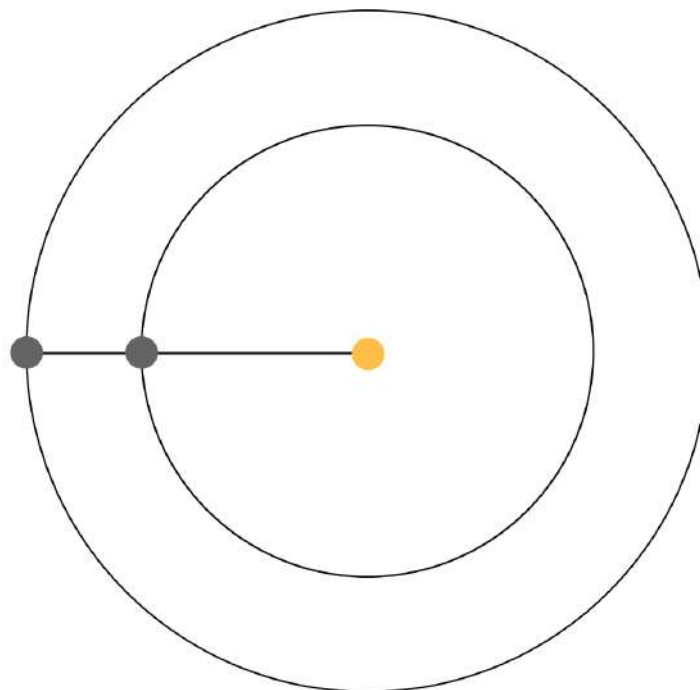
Альтернативное решение:

Расстояние до объекта — 30 световых лет, то есть свет достигнет его за 30 лет по определению. «Баклан» аналогичен «Альбатросу», значит, движется со скоростью 0.4 скорости света. Он движется к объекту, который приближается со скоростью 0.1 скорости света, значит, их скорости суммируются и результирующая скорость равна $0.4 + 0.1 = 0.5$ скорости света, то есть «Баклан» преодолевает дистанцию в $\frac{1}{0.5} = 2$ раза медленнее, чем свет, то есть за $30 \cdot 2 = 60$ лет.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 6.

№ вар.	Расстояние до звезды, св. лет	Скорость «Альбатроса», в долях скорости света	Ответ (пункт а)	Скорость «Стрижа» меньше в...	Ответ (пункт б)	«Стриж» вылетел раньше на ... лет	Ответ (пункт в)	Расстояние до объекта, св. лет	Скорость объекта, в долях скорости света	Ответ (пункт г)
1	70	0.4	175	вдвое	350	150	150	30	0.1	60
2	80	0.5	160	втрое	480	160	80	34	0.12	55
3	90	0.6	150	вчетверо	600	75	25	38	0.14	51
4	124	0.4	310	впятеро	1550	180	45	42	0.16	75
5	115	0.5	230	вдвое	460	190	190	46	0.18	68
6	120	0.6	200	впятеро	1000	220	55	50	0.2	63
7	130	0.4	325	вчетверо	1300	210	70	54	0.22	87
8	140	0.5	280	вчетверо	1120	237	79	58	0.24	78
9	150	0.6	250	вдвое	500	240	240	62	0.26	72
10	168	0.4	420	втрое	1260	250	125	66	0.28	97
11	70	0.5	140	вчетверо	560	150	50	70	0.3	88
12	88	0.4	220	вдвое	440	160	160	74	0.32	103
13	90	0.5	180	вдвое	360	170	170	78	0.34	93
14	100	0.2	500	втрое	1500	180	90	82	0.1	273
15	110	0.4	275	вчетверо	1100	195	65	86	0.12	165
16	129	0.3	430	впятеро	2150	196	49	90	0.14	205
17	139	0.5	278	вдвое	556	210	210	94	0.16	142
18	149	0.2	745	втрое	2235	220	110	98	0.18	258
19	159	0.5	318	вчетверо	1272	234	78	102	0.2	146
20	160	0.2	800	впятеро	4000	240	60	106	0.22	252

Задание 7-8. На схеме представлено взаимное расположение Венеры и Земли.



Происходит радиолокация Венеры с Земли. Для этого с Земли запускается сигнал и после отражения его от наблюдаемой планеты принимается и анализируется.

а) Найдите расстояние между Венерой и Землёй. Радиус орбиты Венеры 0.72 а. е. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых.

Примечание: 1 астрономическая единица — это расстояние от Земли до Солнца, равное 150 млн км.

Ответ: 0.28

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Сколько времени требуется сигналу при радиолокации, чтобы достичь Венеры, если сигнал передаётся со скоростью света, равной 300 000 км/с? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Ответ: 2.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Чтобы найти расстояние между планетами, необходимо вычесть из радиуса орбиты внешней планеты (Земли) радиус орбиты внутренней планеты (Венеры): $r = 1 \text{ а. е.} - 0.72 \text{ а. е.} = 0.28 \text{ а. е.}$

б) Время, требуемое на радиолокацию:

$$t = \frac{r \cdot 149 \text{ млн. км.}}{v_{\text{света}}} = 2.3 \text{ минуты,}$$

где r — расстояние, найденное в предыдущем вопросе.

Альтернативное решение:

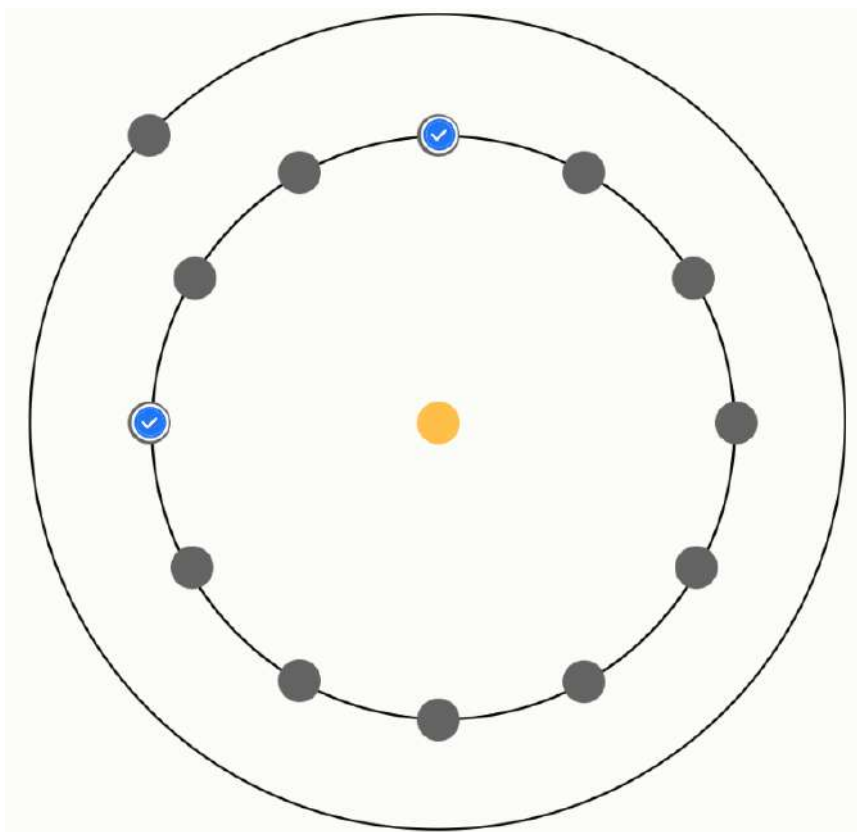
Одну астрономическую единицу свет проходит за $\frac{140 \text{ млн}}{300\,000 \text{ км/с}} \approx 500 \text{ с.}$ А расстояние в 0.28 а. е. свет или сигнал проходит за $0.28 \cdot 500 \text{ сек} = 140 \text{ сек} \approx 2.3 \text{ минуты.}$

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 7.

№ варианта	Объект	Радиус орбиты объекта, а. е.	Ответ (пункт а)	Ответ (пункт б)	Ед. измерения ответа (пункт б)
1	Венера	0.72	0.28	2.3	минуты
2	Меркурий	0.39	0.61	5.1	минуты
3	Марс	1.52	0.52	4.3	минуты
4	Юпитер	5.2	4.20	35.0	минуты
5	Сатурн	9.54	8.54	1.2	часы
6	Уран	19.19	18.19	2.5	часы
7	Нептун	30.06	29.06	4.0	часы
8	Плутон	39.48	38.48	5.3	часы
9	Макемаке	45.37	44.37	6.2	часы
10	Хаумея	43.12	42.12	5.9	часы
11	Эрида	67.94	66.94	9.3	часы
12	Веста	2.36	1.36	11.3	минуты
13	Церера	2.77	1.77	14.8	минуты

Задание 7-8. В каких положениях внутренний объект при наблюдении с внешнего будет иметь максимальное удаление от Солнца на небе внешнего объекта?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 2

Решение не требуется.

Задание 9.

а) Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Бетельгейзе взорвалась как сверхновая в 1805 году и была самой яркой на ночном небе
- ✓ Юпитер имеет четыре галилеевых спутника
- ✓ У Венеры нет естественных спутников
- Солнце — самая маленькая звезда во Вселенной
- Днём в телескоп через облака можно увидеть звёзды
- Сатурн — единственная планета в Солнечной системе, которая имеет кольца
- След Нила Армстронга на Луне можно увидеть в бинокль
- Солнце — это планета, газовый гигант
- ✓ Смена сезонов года происходит из-за наклона земной оси

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

б) Установите соответствие между событием и объектом, рядом с которым оно произошло или произойдёт.

В этом задании некоторым вариантам из правого столбца соответствуют несколько вариантов из левого столбца. Ответы приведены ниже в нужном порядке.

Ответ:

Проход «Пионера-11» через радиационный пояс Юпитера в 1974 году	Юпитер
Новые наблюдения планет и галилеевых спутников аппаратом «Новые горизонты» в 2007 году	
Достижение Плутоном наиболее удалённой от Солнца точки своей орбиты в августе 2113 года — впервые с момента его открытия	Плутон
Фотографирование Харона аппаратом «Новые горизонты» в 2015 году	
Первый выход человека в космос	Земля
Вывод телескопа «Хаббл» на орбиту	

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего 6 баллов

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) *Бетельгейзе взорвалась как сверхновая в 1805 году и была самой яркой на ночном небе* — неверно, Бетельгейзе до сих пор не взорвалась как сверхновая, она всё ещё красный гигант.

Юпитер имеет четыре галилеевых спутника — верно, Юпитер имеет четыре спутника, называемых галилеевыми: Ио, Европа, Ганимед и Каллисто. Их в 1610 году открыл Галилео Галилей.

У Венеры нет естественных спутников — верно, Венера не имеет естественных спутников.

Солнце — самая маленькая звезда во Вселенной — неверно, Солнце — типичная звезда для Вселенной, есть и меньше.

Днём в телескоп через облака можно увидеть звёзды — неверно, через облака невозможно увидеть звёзды.

Сатурн — единственная планета в Солнечной системе, которая имеет кольца — неверно, кольца имеют также Юпитер, Уран и Нептун.

След Нила Армстронга на Луне можно увидеть в бинокль — неверно, размер следа очень мал, его невозможно увидеть через бинокль.

Солнце — это планета, газовый гигант — неверно, Солнце — это звезда.

Смена сезонов года происходит из-за наклона земной оси — верно.

б) Не нуждается в комментариях.

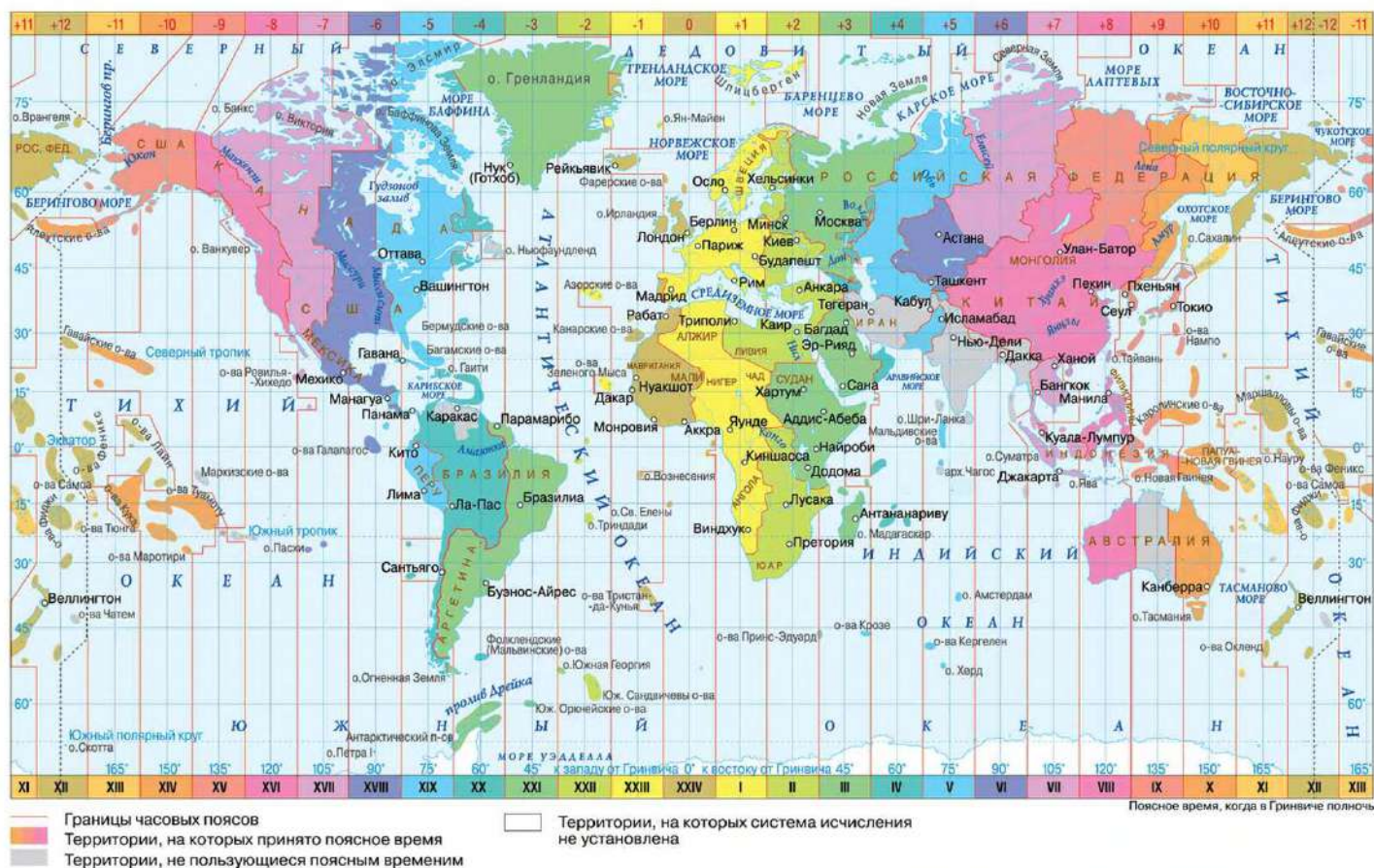
Сириус.Курсы — для тех,
кто хочет знать больше!



Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Вариант 1.

Пользуясь картой часовых поясов, заполните пропуски в тексте.



а) Часовой пояс — это ... ,

Ответ:

- океан
- континент
- ✓ географический регион
- регион между меридианами

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

б) в котором используется единое местное время, установленное правительством страны. Многие страны целиком относятся к каким-то конкретным часовым поясам, а на территориях больших государств, вроде ... ,

Ответ:

- ✓ России и США
- Китая и Японии
- Чили и Аргентины
- Египта и Швеции

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

в) применяется несколько часовых поясов. Существует линия перемены дат, которая находится в ...

Ответ:

- Индийском океане
- Атлантическом океане
- Америке как части света
- ✓ Тихом океане
- Антарктиде

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

г) Европейская часть России находится в часовом поясе с номером ...

Ответ:

- -12
- -11

- −10
- −9
- −8
- −7
- −7.5
- −6
- −5
- −4
- −3
- −2
- −1
- 0
- +1
- +2
- ✓ +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12

д) Определите разницу во времени между основной частью Гренландии и Китаем. Ответ выразите в часах.

Ответ: 11

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

е) Самолёт вылетел из Аляски в Швецию прямым рейсом, когда на часах аэропорта было 04:35, рейс длился 8 часов и 5 минут. Сколько было на часах аэропорта прибытия, когда самолёт приземлился? Ответ запишите в 24-часовом формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 22:40

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а-г) Часовой пояс — это географический регион. В океане границы проходят по меридианам, но на суше границы административных делений корректируют распределение, в итоге весь часовой пояс и по суше, и по океану — это географический регион.

Территории Китая, Японии, Чили, Аргентины, Египта и Швеции относятся целиком к одному часовому поясу, как можно увидеть на карте, в то время как территории России и США достаточно большие и делятся на несколько часовых поясов.

Линия перемены дат находится между Камчаткой и Аляской, восточнее Японии, то есть в Тихом океане.

Москва относится к европейской части России, и если посмотреть на карту, то очевидно, что Москва в часовом поясе «+3».

д) Чтобы определить разницу во времени между основной частью Гренландии и Китаем, необходимо определить часовые пояса, в которых они находятся:

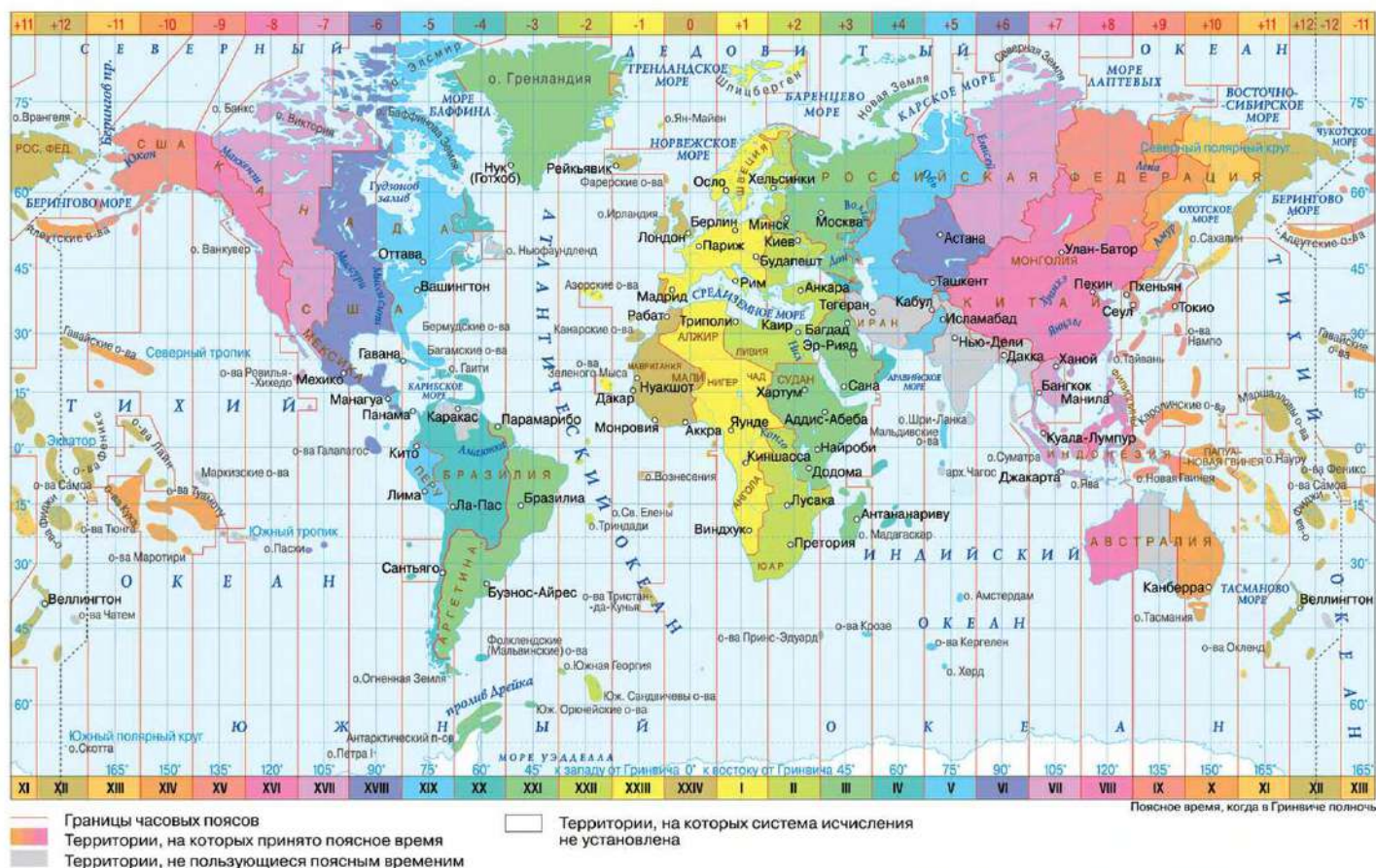
- Гренландия — XXI часовой пояс и −3 часа относительно всемирного времени.
- Китай — VIII часовой пояс и +8 часов относительно всемирного времени.

Значит, разница между данными часовыми поясами 11 часов.

е) Разница во времени между Аляской (−9) и Швецией (+1) равна 10 часов, то есть в Швеции на 10 часов больше, чем на Аляске. Значит, когда самолёт вылетел из Аляски, в Швеции было 14:35. Перелёт длился 8 часов 5 минут, когда самолёт приземлился в Швеции, на часах было 22:40.

Задание 1. Вариант 2.

Пользуясь картой часовых поясов, заполните пропуски в тексте.



а) Часовой пояс — это ... ,

Ответ:

- океан
- континент
- ✓ географический регион
- регион между меридианами

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

б) в котором используется единое местное время, установленное правительством страны. Многие страны целиком относятся к каким-то конкретным часовым поясам, а на территориях больших государств, вроде ... ,

Ответ:

- ✓ России и США
- Китая и Японии
- Чили и Аргентины
- Египта и Швеции

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

в) применяется несколько часовых поясов. Существует линия перемены дат, которая находится в

Ответ:

- Индийском океане
- Атлантическом океане
- Америке как части света
- ✓ Тихом океане
- Антарктиде

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

г) Европейская часть России находится в часовом поясе с номером

Ответ:

- -12
- -11
- -10
- -9

- −8
- −7
- −7.5
- −6
- −5
- −4
- −3
- −2
- −1
- 0
- +1
- +2
- ✓ +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12

д) Определите разницу во времени между Москвой и Камчаткой. Ответ выразите в часах.

Ответ: 9

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

е) Самолёт вылетел из Москвы в Мавританию (одна из самых западных стран Африки), когда на часах аэропорта было 18:05, перелёт включал в себя пересадку и длился в общей сложности 11 часов и 20 минут. Сколько было на часах аэропорта прибытия, когда самолёт приземлился? Ответ запишите в 24-часовом формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 02:25

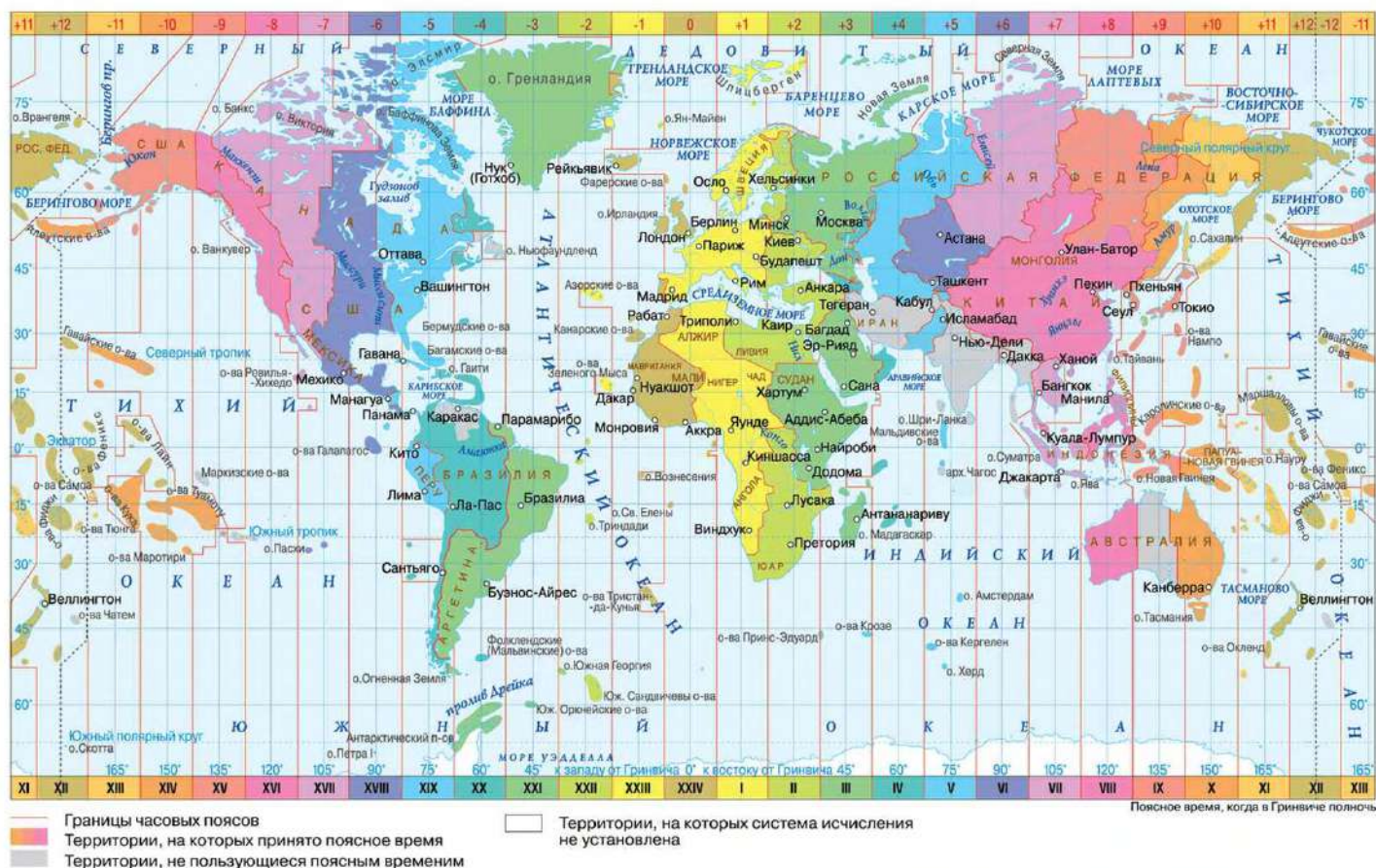
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 1. Вариант 3.

Пользуясь картой часовых поясов, заполните пропуски в тексте.



а) Часовой пояс — это ... ,

Ответ:

- океан
- континент
- ✓ географический регион
- регион между меридианами

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

б) в котором используется единое местное время, установленное правительством страны. Многие страны целиком относятся к каким-то конкретным часовым поясам, а на территориях больших государств, вроде ... ,

Ответ:

- ✓ России и США
- Китая и Японии
- Чили и Аргентины
- Египта и Швеции

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

в) применяется несколько часовых поясов. Существует линия перемены дат, которая находится в ...

Ответ:

- Индийском океане
- Атлантическом океане
- Америке как части света
- ✓ Тихом океане
- Антарктиде

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1.5 балла

г) Европейская часть России находится в часовом поясе с номером ...

Ответ:

- -12
- -11
- -10
- -9

- −8
- −7
- −7.5
- −6
- −5
- −4
- −3
- −2
- −1
- 0
- +1
- +2
- ✓ +3
- +4
- +5
- +6
- +7
- +8
- +9
- +10
- +11
- +12

д) Определите разницу во времени между Италией и Новой Зеландией. Ответ выразите в часах.

Ответ: 11

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

е) Самолёт вылетел из Новой Зеландии в центральную часть Гренландии, когда на часах аэропорта было 14:45, рейс был прямым и длился 18 часов и 15 минут. Сколько было на часах аэропорта конечного пункта, когда самолёт приземлился? Ответ запишите в 24-часовом формате ЧЧ:ММ.

Ответ: 18:00

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 2.

Выберите изображения планет Солнечной системы.

Ответ:



Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 2 балла. За каждую ошибку снимается 2 балла
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

Объекты, представленные в задании (слева направо, сверху вниз):

1. Планета Марс
2. Луна — спутник Земли
3. Энцелад — спутник Сатурна
4. Ио — спутник Юпитера
5. Планета Юпитер
6. Планета Земля
7. III-изображение экзопланеты Gliese-581d
8. Каллисто — спутник Юпитера
9. Планета Меркурий

Задание 3.

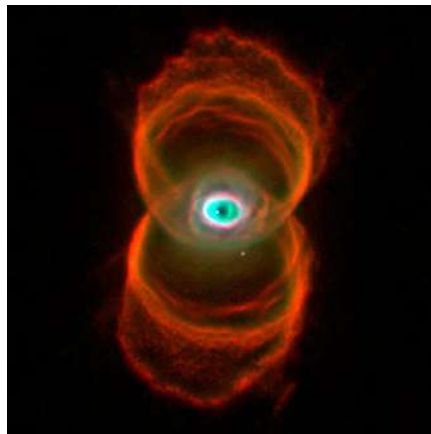
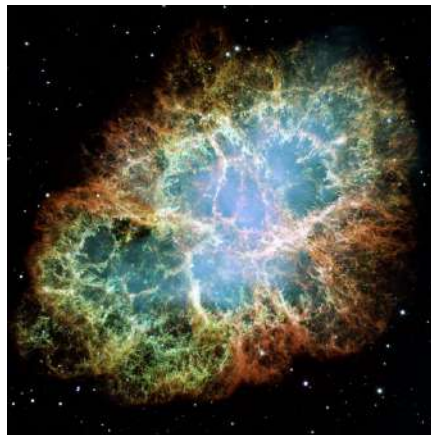
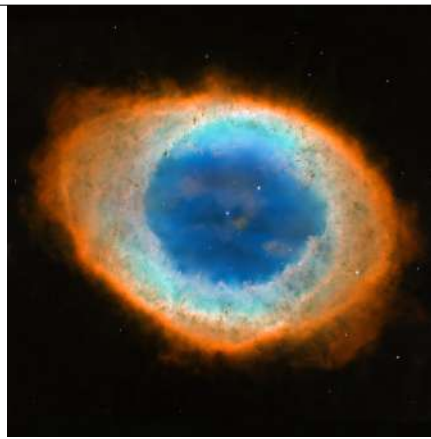
Распределите объекты по группам.

Ответ:

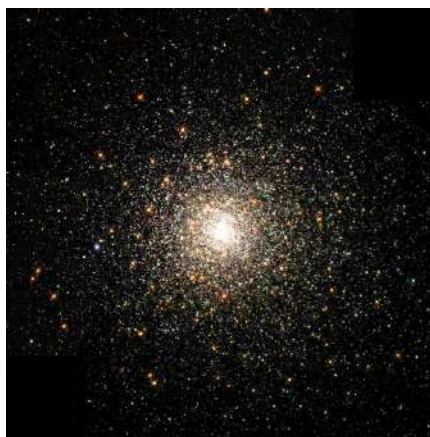
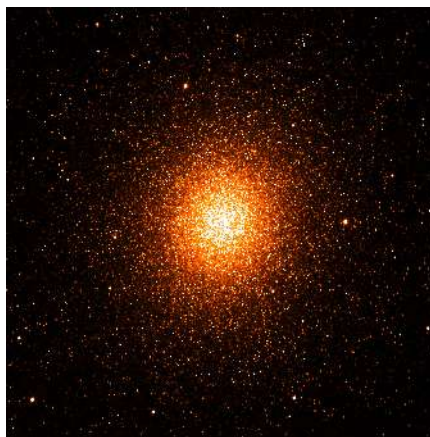
Галактики



Газопылевые туманности



Шаровые звёздные скопления



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

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

Объекты, представленные в задании (по порядку в первой ячейке):

1. Галактика Сомбреро
2. Галактика Андромеды
3. Галактика Водоворот
4. Планетарная туманность Кольцо
5. Остаток взрыва сверхновой (Крабовидная туманность)
6. Планетарная туманность Песочные часы
7. Шаровое скопление NGC1866 в Большом Магеллановом Облаке
8. Шаровое скопление Омега Центавра
9. Шаровое скопление M80

Основные признаки, по которым можно делить объекты:

- Галактики можно определить по наличию яркого ядра и спиральных рукавов;
- Планетарные туманности выглядят как светящиеся газовые облака разной формы;
- Шаровые звёздные скопления представляют собой большие группы ярких звёзд, количество которых возрастает к центру скопления.

Задание 4. Вариант 1.

Используя изображение звёздного неба (симуляция), ответьте на вопросы.

а) Отметьте на изображении созвездие Большой Медведицы.

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Отметьте на изображении созвездие Льва.

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) В какое время года сделано данное изображение?

Ответ:

- Зимой
- Весной
- ✓ Летом
- Осенью

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Отметьте на изображении объекты, принадлежащие Солнечной системе.

Ответ:



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

д) Какой объект в момент съёмки находился ближе всего к Земле?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а-б) Созвездие Большая Медведица легко найти по узнаваемому астеризму Большой Ковш в верхней части карты. В нижней части карты — зодиакальные созвездия Лев (звезда Регул), Рак, Близнецы (звезда Поллукс). Отличительная особенность зодиакальных созвездий — они лежат на эклиптике, то есть мы ожидаем именно в этих созвездиях обнаружить Солнце, Луну и планеты.

в) На карте Солнце находится в определённом созвездии. Если участник не знает, какому сезону года соответствует такое положение Солнца, то можно вспомнить, в каких созвездиях Солнце находится в дни равноденствий и солнцестояний:

- весеннее равноденствие в конце марта — Рыбы;
- летнее солнцестояние в конце июня — Телец на границе с Близнецами;
- осеннее равноденствие в конце сентября — Дева;
- зимнее солнцестояние в конце декабря — Стрелец.

Далее считаем, что за 1 месяц Солнце проходит примерно 1 созвездие. Если Солнце в Раке, значит, сейчас примерно конец июля — лето. В Стрельце — июнь, лето. В Деве — сентябрь, осень.

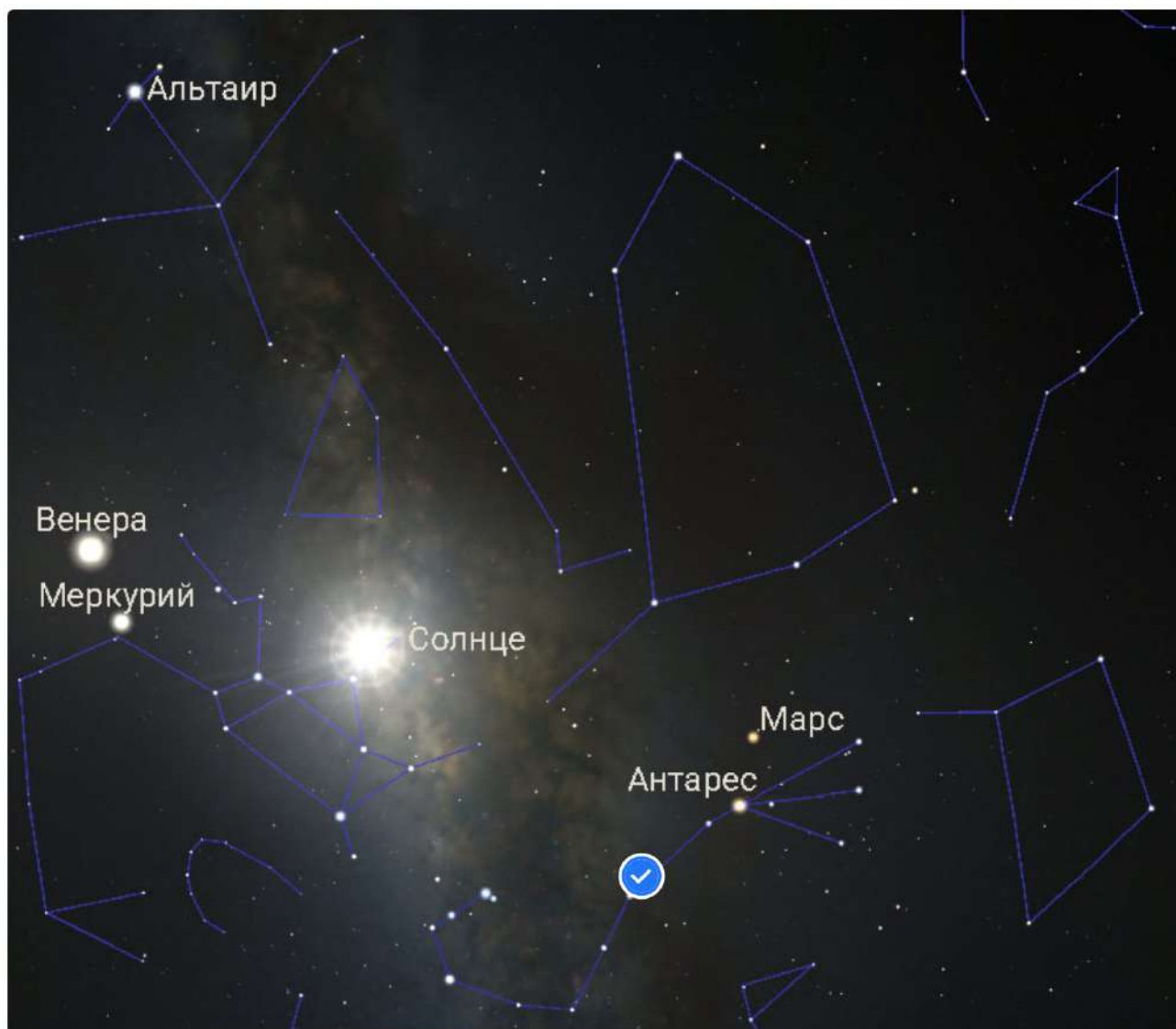
г-д) Не нуждается в комментариях.

Задание 4. Вариант 2.

Используя изображение звёздного неба (симуляция), ответьте на вопросы.

а) Отметьте на изображении созвездие Скорпиона.

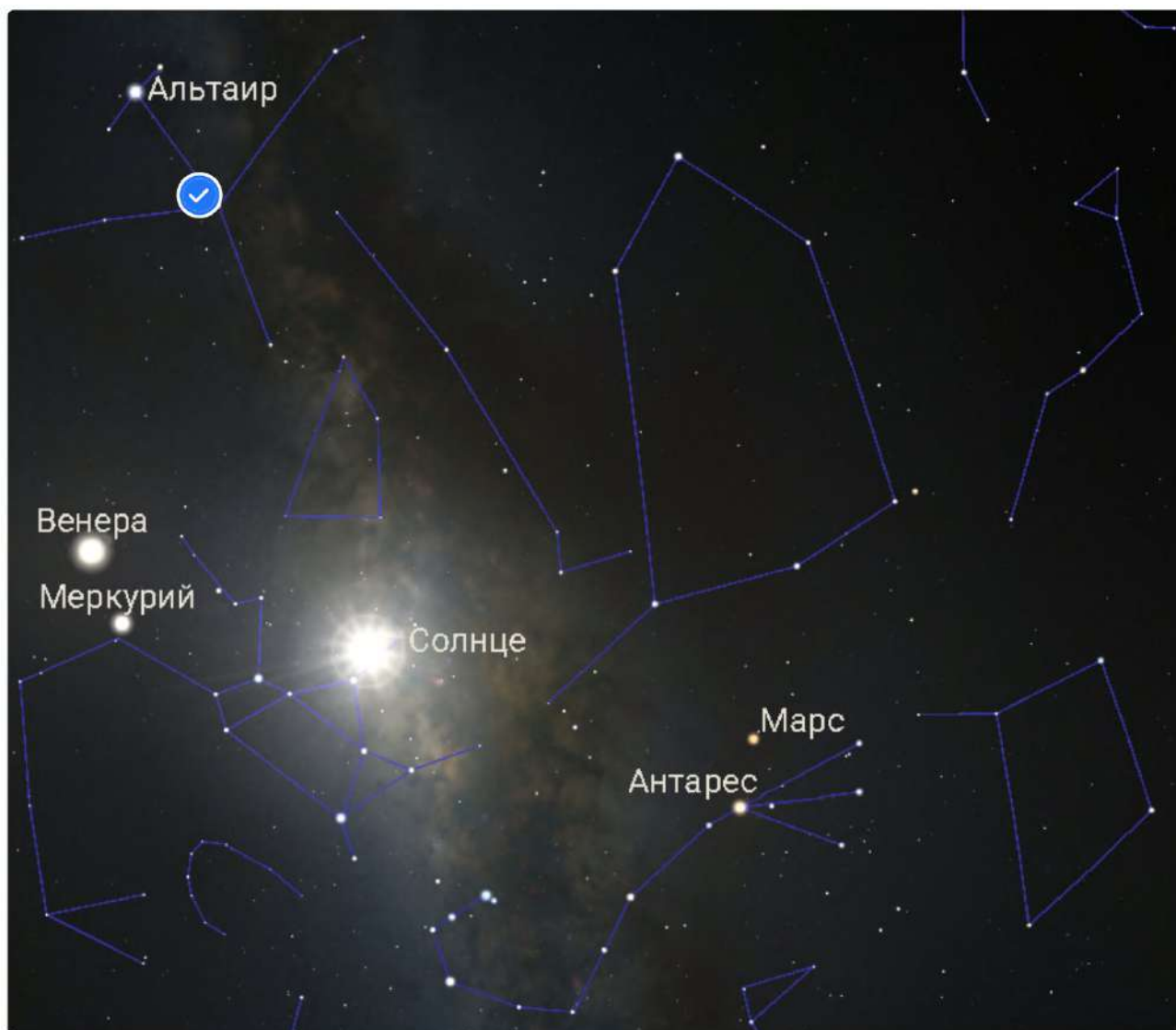
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Отметьте на изображении созвездие Орла.

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) В какое время года сделано данное изображение?

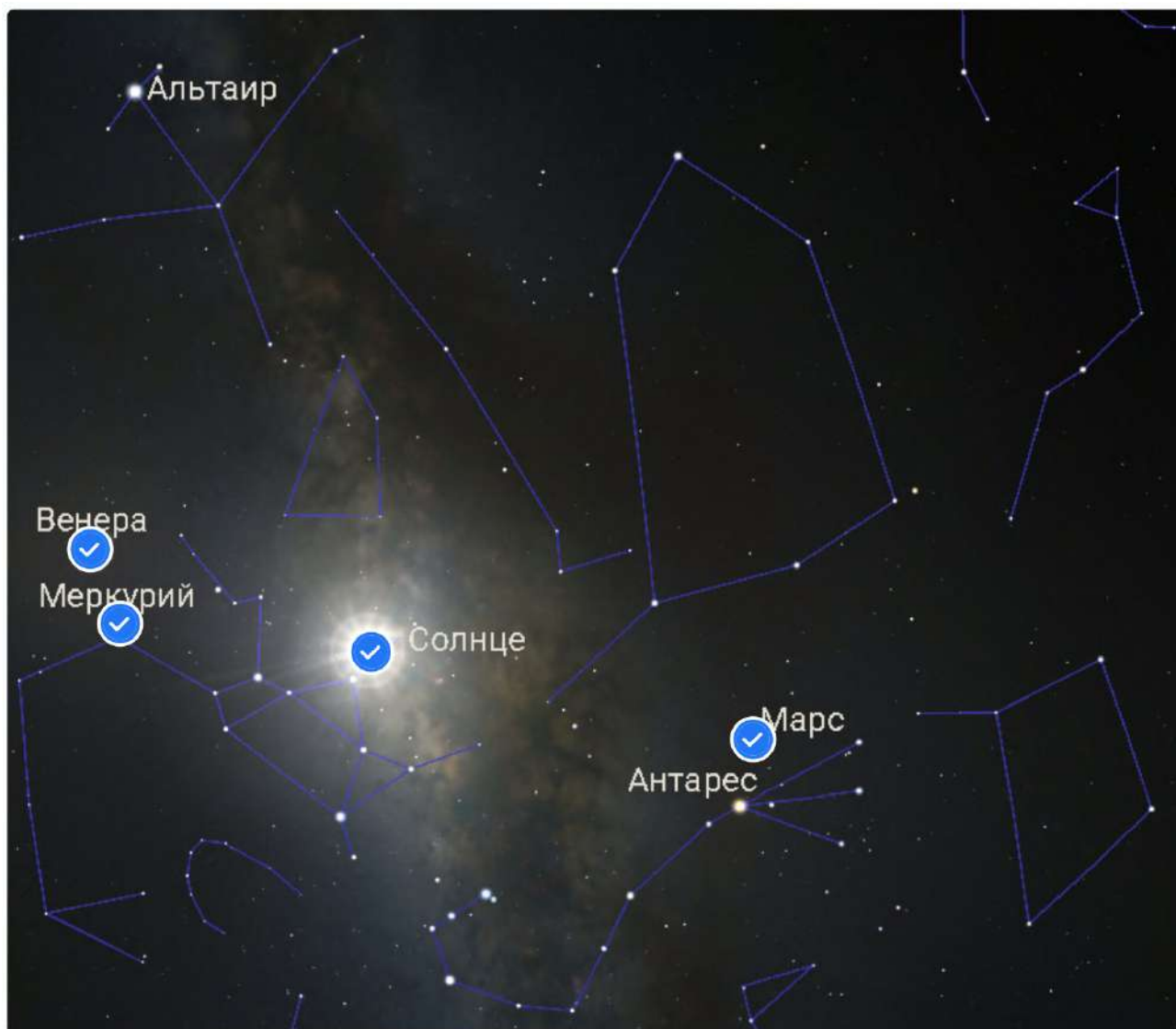
Ответ:

- ✓ Зимой
- Весной
- Летом
- Осенью

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Отметьте на изображении объекты, принадлежащие Солнечной системе.

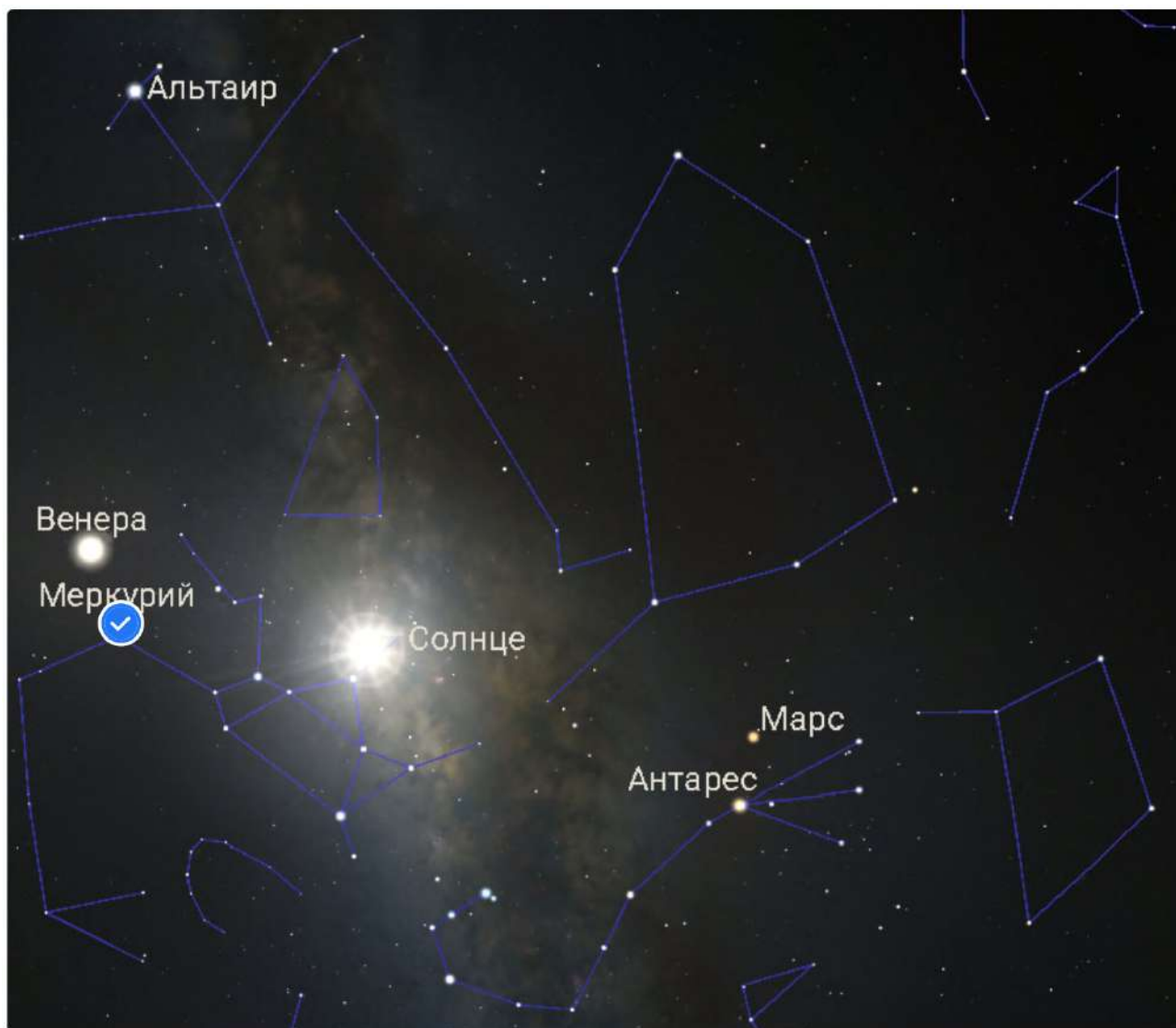
Ответ:



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

д) Какой объект в момент съёмки находился ближе всего к Солнцу?

Ответ:



Максимальный балл за задание — 12

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

а-б) Скорпион — зодиакальное созвездие, значит, его следует искать на линии эклиптики, на которой лежат Солнце и планеты Солнечной системы. На карте это всего два созвездия: слева — Стрелец (характерный астеризм Чайник, в нём сейчас Солнце), справа — Скорпион (звезда Антарес). Созвездие Орёл (звезда Альтаир) находится в верхней части карты и похоже на птицу, раскинувшую крылья.

в-д) Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 4. Вариант 3.

Используя изображение звёздного неба (симуляция), ответьте на вопросы.

а) Отметьте на изображении созвездие Льва.

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) Отметьте на изображении созвездие Большой Медведицы.

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) В какое время года сделано данное изображение?

Ответ:

- Зимой
- Весной
- Летом
- ✓ Осенью

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

г) Отметьте на изображении объекты, принадлежащие Солнечной системе.

Ответ:



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

д) Какой объект в момент съёмки находился ближе всего к Солнцу?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а б) Созвездие Большая Медведица легко найти по узнаваемому астеризму Большой Ковш в верхней части карты. В нижней части карты — зодиакальные созвездия Дева (звезда Спика), Лев (звезда Регул), отличительная особенность зодиакальных созвездий — они лежат на эклиптике, то есть мы ожидаем именно в этих созвездиях обнаружить Солнце, Луну и планеты.

в-д) Решение по аналогии с вариантом 1**Задание 5.**

а) Установите соответствие между событием/объектом и посвящённой ему маркой.

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

Ответ:

Полёт Ю. А. Гагарина в космос	
Первый искусственный спутник Земли	
Первый человек на Луне	
Солнечное затмение	
Комета Спутники Юпитера Спутники Сатурна Лунное затмение Частное солнечное затмение Покрытие Луной звезды	

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

б) Установите соответствие между расположением объектов на прямой и названием события, при котором такое расположение возможно.

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

Ответ:

Солнце — Луна — Земля	Солнечное затмение
Венера — Солнце — Земля	Верхнее соединение Венеры
Луна — Земля — Солнце	Лунное затмение
Солнце — Венера — Земля	Прохождение Венеры по диску Солнца
Солнце — Земля — Венера	
Луна — Солнце — Земля	

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

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Соответствие события и марки устанавливается по дате и рисунку на марке.

б) Два варианта ответа представляют заведомо невозможные конфигурации небесных тел: Луна — Солнце — Земля и Солнце — Земля — Венера. Исключив их, остальные четыре конфигурации легко соотнести с соответствующими явлениями.

Задание 6.

Корабль «Испаньола» находится на 30° с. ш. 30° з. д., корабль «Пелсинор» — на 20° ю. ш. 30° з. д. Считайте радиус Земли равным 6400 км.

а) Определите расстояние по поверхности между двумя кораблями. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [5580; 5590]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

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

Ответ: 0

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

в) 21 марта на корабле «Испаньола» наблюдается восход Солнца. Где будет находиться Солнце для наблюдателей на «Пелсиноре»?

Ответ:

- На горизонте на юге
- На горизонте на западе
- ✓ На горизонте на востоке
- На горизонте на севере
- Под горизонтом
- На высоте 30° над точкой юга
- На высоте 30° над точкой севера
- На высоте 30° над точкой востока
- На высоте 30° над точкой запада
- На высоте 60° над точкой юга
- На высоте 60° над точкой севера
- На высоте 60° над точкой востока
- На высоте 60° над точкой запада
- В зените

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 1 балл

г) На сколько отличаются высоты верхних кульминаций Солнца 22 сентября для наблюдателей на этих двух кораблях? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: 10

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) Так как оба корабля находятся по разные стороны от экватора на одном меридиане с широтой не более 90° , расстояние по поверхности можно найти по формуле:

$$\frac{\phi_1 + \phi_2}{360^\circ} \cdot 2\pi R_{\text{Земли}} = \frac{30^\circ + 20^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 6400 \approx 5585 \text{ (в км)},$$

где ϕ — обозначение для широт, на которых находятся корабли, $R_{\text{Земли}}$ — радиус Земли в километрах.

б) Если время корабля — это время меридиана, на котором он находится, то разница бортовых часов по модулю равна нулю, так как они находятся на одном меридиане.

в) В вопросе не зря указана дата 21 марта. В другие даты ответ был бы другой. 21 марта — день весеннего равноденствия, когда Земля повернута к Солнцу так, что на всех широтах день равен ночи, Солнце восходит точно на востоке, а заходит на западе одновременно вдоль всего отдельно взятого меридиана. И если на «Испаньоле» наблюдают восход Солнца, значит, Солнце для них на востоке на горизонте, как и для наблюдателей на «Пелсиноре», находящемся на том же меридиане.

г) Склонение Солнца 22 сентября равно 0° . Высота верхней кульминации находится по формуле $90^\circ - |\phi|$, значит, разница верхних кульминаций равна модулю разницы модулей широт:

$$\Delta h = |\phi_1| - |\phi_2| = 30^\circ - 20^\circ = 10^\circ,$$

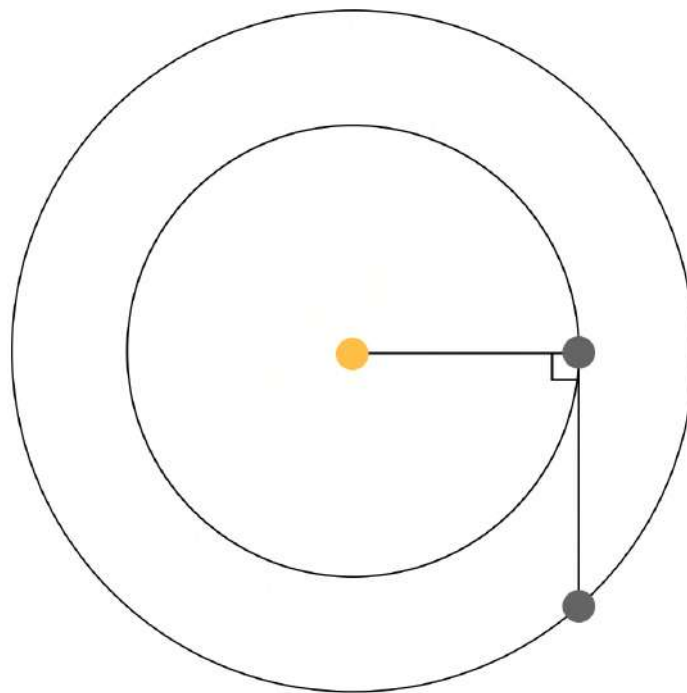
где ϕ — широты, на которых находятся корабли.

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

№ варианта	Координаты «Испаньолы», с. ш. и з. д.		Координаты «Пелсинора», ю. ш. и з. д.		Радиус Земли, км	Ответ в диапазоне (пункт а)		Ответ (пункт г)
1	30	30	20	30	6400	5580	5590	10
2	32	31	21	31	6400	5915	5925	11
3	34	32	22	32	6400	6250	6260	12
4	36	33	23	33	6400	6585	6595	13
5	38	34	24	34	6400	6920	6930	14
6	40	35	25	35	6370	7221	7231	15
7	42	36	26	36	6370	7555	7565	16
8	44	37	27	37	6370	7888	7898	17
9	46	38	28	38	6370	8222	8232	18
10	48	39	29	39	6370	8555	8565	19
11	50	40	30	40	6380	8903	8913	20
12	52	41	31	41	6380	9237	9247	21
13	28	42	32	42	6380	6676	6686	4
14	25	43	33	43	6380	6453	6463	8
15	22	44	34	44	6380	6231	6241	12
16	19	45	35	45	6390	6017	6027	16
17	16	29	36	29	6390	5794	5804	20
18	13	28	37	28	6390	5571	5581	24
19	10	27	38	27	6390	5348	5358	28
20	7	26	39	26	6390	5125	5135	32

Задания 7-8

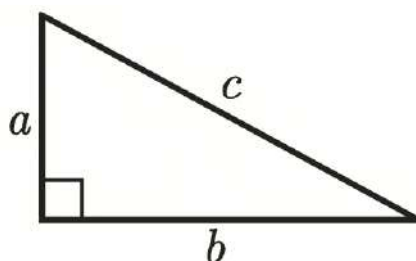
Дана схема взаимного расположения экзопланет Брин и Керн около звезды, похожей на Солнце.



Происходит радиолокация Брин с Керн. Для этого с Керн запускается сигнал и после отражения его от поверхности наблюдаемой планеты принимается и анализируется.

а) Найдите расстояние между Брин и Керн. Радиусы орбит Брин и Керн равны 0.72 а. е. и 1 а. е. соответственно. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых.

Справочная информация: Теорема Пифагора: $a^2 + b^2 = c^2$



Ответ: засчитывается в диапазоне [0.68; 0.70]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) Сколько времени требуется сигналу при радиолокации, чтобы достичь Брин, если сигнал идёт со скоростью света, равной 300 тыс. км/с, а 1 а. е. равна 149 млн км? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [5.6; 5.8]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) На каком угловом расстоянии от центральной звезды находится Брин на небе Керн? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: 46

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 9

Решение.

а) Расстояние между планетами:

$$r = \sqrt{r_{\text{внеш}}^2 - r_{\text{внутр}}^2} = \sqrt{1^2 - 0.72^2} \approx 0.69 \text{ а. е.}$$

б) Время, требуемое на радиолокацию:

$$t = \frac{2 \cdot r \cdot 149 \text{ млн. км}}{v_{\text{света}}} \approx 5.8 \text{ минуты},$$

где r — расстояние, найденное в прошлом вопросе. Необходимо не забыть перевести ответ в минуты и округлить до десятых.

в) В задаче дано положение, в котором на небе внешней планеты внутренняя планета находится на максимальном угловом расстоянии от Солнца. Значит, максимальное угловое расстояние:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{r_{\text{внутр}}}{r_{\text{внеш}}}\right) \approx 46^\circ$$

Есть два варианта решения без применения арксинуса, так как его изучают в 10 классе.

Вариант 1. Геометрический метод. Доступен всем. Необходимо найти угловое расстояние между звездой и Брин для наблюдателя, находящегося на Керн, то есть надо найти острый угол звезда — Керн — Брин. Построим эту планетную систему в масштабе: циркулем нарисуем орбиты планет на расстоянии 7.2 см и 10 см от звезды. Можно использовать 3.6 см и 5 см, главное — сохранить масштаб. Полученный треугольник будет подобен реальному треугольнику звезда — Керн — Брин со сторонами 1 а. е., 0.72 а. е. и 0.69 а. е. Далее поместим звезду, Керн и Брин в соответствующие точки, соединим их и напрямую измерим искомый угол транспортиром, получим около 46 градусов. Мы использовали свойства подобия треугольников.

Вариант 2. Если участнику знакомо понятие синуса, то он может найти синус искомого угла из прямоугольного треугольника звезда — Керн — Брин как отношение противолежащего катета звезда — Брин = 0.72 а. е. к гипотенузе звезда — Керн = 1 а.е. Получится $\sin \alpha = 0.72$. Далее с помощью подбора на калькуляторе можно найти $\sin(46^\circ) \approx 0.72$. Ответ: 46 градусов.

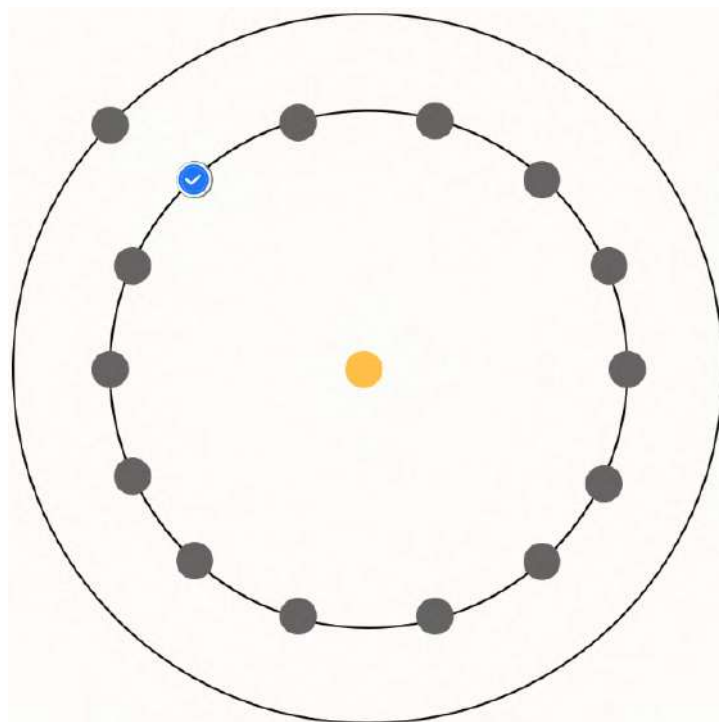
Матрица параметров и ответов к вариантам задания 7.

№ варианта	Радиусы орбит Брин и Керн соответственно, а. е.		Ответ в диапазоне (пункт а)		Скорость сигнала, 10^6 м/с	Величина 1 а. е., 10^6 м	Ответ в диапазоне (пункт б)		Ед. измерения ответа (пункт б)	Ответ (пункт в)
1	0.72	1	0.68	0.70	300	149	5.6	5.8	минутах	46
2	0.8	2	1.79	1.87	300	149	15.0	15.2	минутах	24
3	1.2	3.4	3.12	3.24	300	149	26.2	26.4	минутах	21
4	1.6	4.1	3.69	3.85	300	149	31.1	31.3	минутах	23
5	2	3.1	2.32	2.42	300	149	19.5	19.7	минутах	40
6	2.4	4.2	3.38	3.52	300	149	28.5	28.7	минутах	35
7	2.8	5.3	4.41	4.59	300	149	37.2	37.4	минутах	32
8	3.2	6.4	5.43	5.65	300	149	45.8	46.0	минутах	30
9	3.6	7.5	6.45	6.71	300	149	54.4	54.6	минутах	29
10	4	8.6	7.46	7.76	300	149	62.9	63.1	минутах	28
11	4.4	9.7	8.47	8.81	300	149	71.4	71.6	минутах	27
12	4.8	10.8	9.48	9.86	300	150	1.2	1.4	часах	26
13	5.2	15	13.79	14.35	300	150	1.9	2.1	часах	20
14	5.6	17	15.73	16.37	300	150	2.1	2.3	часах	19
15	6	19	17.67	18.39	299	150	2.4	2.6	часах	18
16	6.4	7	2.78	2.90	299	150	0.3	0.5	часах	66
17	6.8	8.1	4.31	4.49	299	150	0.5	0.7	часах	57
18	7.2	9.2	5.62	5.84	299	150	0.7	0.9	часах	52
19	7.6	10.3	6.81	7.09	299	150	0.9	1.1	часах	48
20	8	11.4	7.96	8.28	299	150	1.0	1.2	часах	45

Задания 7-8

Исходя из условий задачи, отметьте на рисунке положение Брин в момент, когда расстояние между этими планетами будет минимальным.

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 2

Решение.

Такое положение называется нижним соединением.

Задание 8.

а) Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Сириус — самая большая звезда во Вселенной
- Солнечное затмение происходит, когда Солнце затмевает Луну
- Фазы Луны зависят от взаимного положения Солнца, Марса и Луны
- ✓ Первой женщиной в космосе была Валентина Терешкова
- ✓ Полярная звезда не видна с Южного полушария Земли
- Чтобы рассмотреть звёзды через облака, нужна лазерная локация
- ✓ Луна всегда повернута к Земле одной стороной
- У Венеры два спутника
- Плутон обращается вокруг Юпитера

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

б) Установите соответствие между событием и объектом, в окрестности которого оно произошло.

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

Ответ:

Выход космонавтов на поверхность МКС	Земля
Доставка лунного грунта в лабораторию советской станцией «Луна-24» в августе 1976 года	
Выход Нила Армстронга из корабля «Аполлон-11» в скафандре на поверхность объекта	Луна
Доставка миссией «Луна-21» в январе 1973 года «Лунохода-2» к месту работы	
Исследование колец объекта автоматической межпланетной станцией «Пионер-11»	Сатурн
Прохождение Януса по диску объекта при наблюдении с Титана	

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а)

- Сириус самая большая звезда во Вселенной — неверно, Сириус не самая большая звезда.
- Солнечное затмение происходит, когда Солнце затмевает Луну — неверно, солнечное затмение происходит, когда Луна затмевает Солнце.
- Фазы Луны зависят от взаимного положения Солнца, Марса и Луны — неверно, фазы Луны зависят от взаимного положения Солнца, Земли и Луны.
- Первой женщиной в космосе была Валентина Терешкова — верно.
- Полярная звезда не видна с Южного полушария Земли — верно, Полярную звезду видно только из Северного полушария.
- Для того чтобы рассмотреть звезды через облака, нужна лазерная локация — неверно, через облака нельзя увидеть звёзды, и даже лазерная локация не поможет.
- Луна всегда повернута к Земле одной стороной — верно, это происходит потому, что Луна находится в приливном захвате и обращается вокруг Земли и вокруг своей оси с одинаковыми скоростями и в оптимальном направлении.
- У Венеры два спутника — неверно, у Венеры нет естественных спутников.
- Плутон обращается вокруг Юпитера — неверно, Плутон не спутник, а карликовая планета.

б)

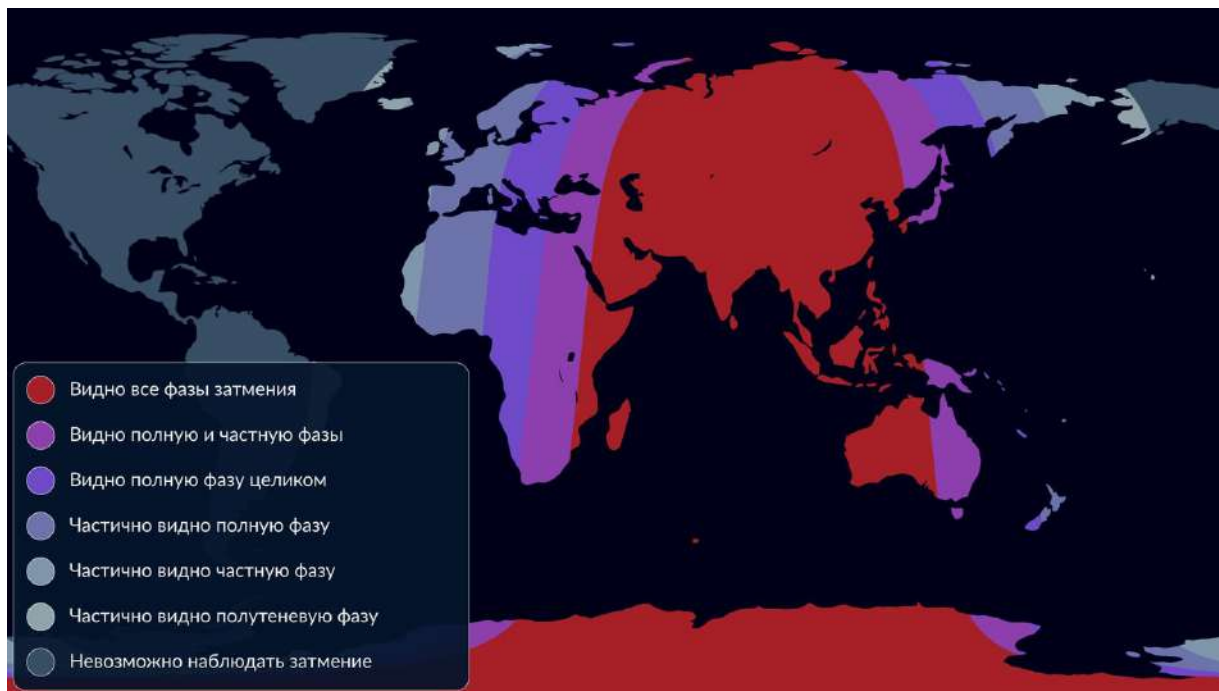
Объект	Событие	Комментарий
Земля	Советская станция «Луна-24» успешно доставила лунный грунт в лабораторию в августе 1976 года.	Лаборатория по исследованию лунного грунта находится не на Луне, а на Земле.
	Выход космонавтов на поверхность МКС.	МКС — Международная космическая станция, вращается вокруг Земли.
Луна	Доставка миссией «Луна-21» в январе 1973 года «Луноход 2» к месту работы.	«Луноход-2» передвигался по Луне.
	Нил Армстронг вышел из корабля Аполлон-11 в скафандре на поверхность объекта.	Нил Армстронг — первый человек на Луне, более того, Луна — единственный объект во Вселенной, помимо Земли, на который ступал человек.
Сатурн	Исследование колец объекта автоматической межпланетной станцией «Пионер-11».	Сатурн — самый известный (и единственный из представленных) объект с кольцами.
	Прохождение Януса по диску объекта при наблюдении с Титана.	Янус и Титан — спутники Сатурна, то есть объект — это Сатурн.

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



Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Вариант 1. Дано распределение видимости лунного затмения, которое произошло 7 сентября 2025 года.



а) Выберите верные утверждения.

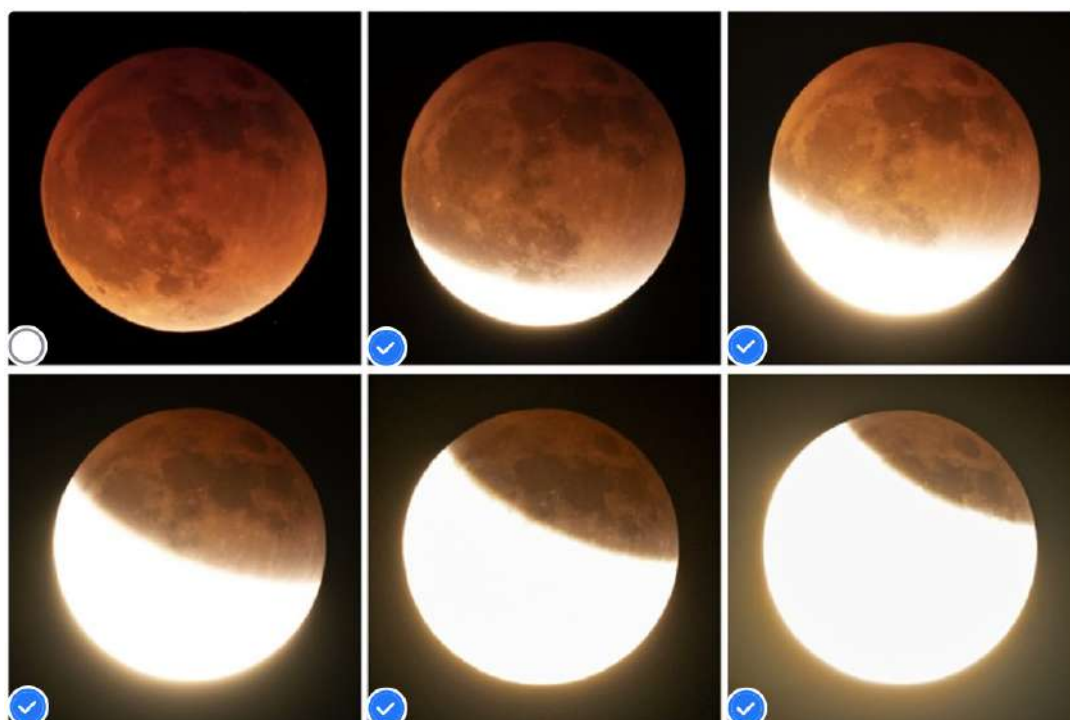
Ответ:

- Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично
- ✓ Луна находилась в полнолунии
- Солнце находилось в момент полной фазы затмения в зените для наблюдателя в Москве
- ✓ На Южном полюсе Земли можно было наблюдать частную фазу лунного затмения
- На территории Италии невозможно было наблюдать затмение
- Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем составляло 90°
- Ровно через месяц после 7 сентября 2025 года было полное солнечное затмение
- ✓ В Австралии Луну во время затмения наблюдали к северу от зенита

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

б) Какие изображения соответствуют частной теневой фазе затмения?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. Всего — 6 баллов. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 2 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 10

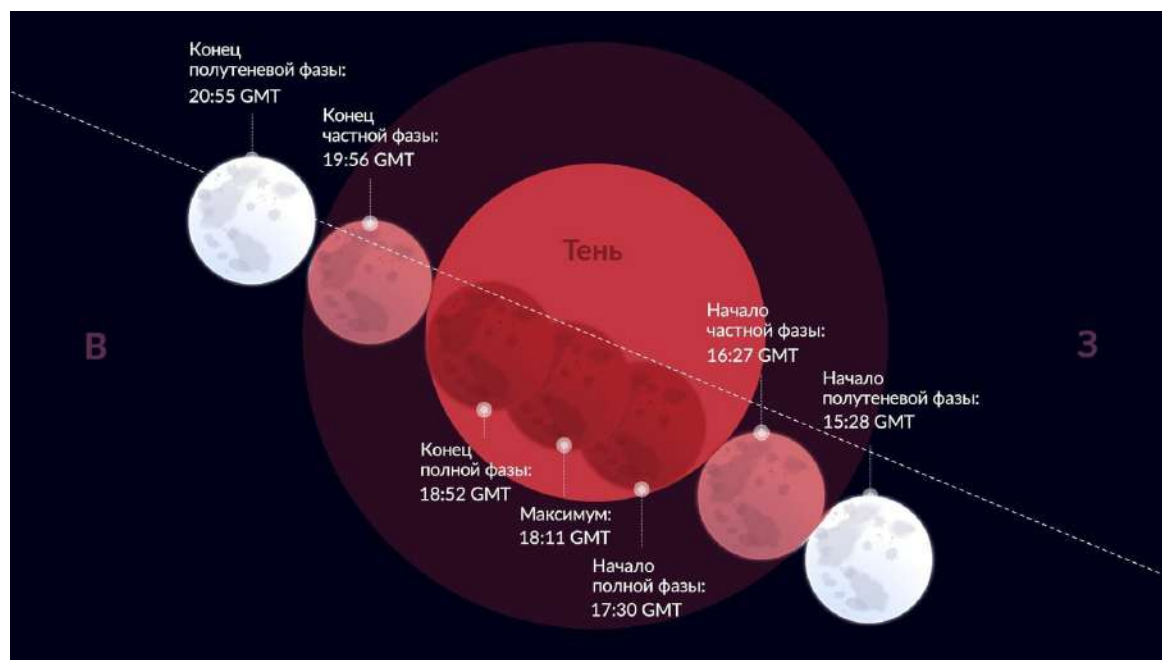
Решение.

а)

- *Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично* — неверно, по карте видно, что есть области, из которых наблюдать лунное затмение было нельзя.
- *Луна находилась в полнолунии* — верно, во время лунного затмения Луна всегда в полнолунии.
- *Солнце находилось в момент полной фазы затмения в зените для наблюдателя из Москвы* — неверно, так как для наблюдателя в Москве Солнце никогда не бывает в зените. Если из Москвы было видно полную фазу лунного затмения, то было видно Луну, которая находится в противоположной от Солнца точке небесной сферы, следовательно, Солнце должно находиться под горизонтом.
- *На южном полюсе Земли можно было наблюдать частную фазу лунного затмения* — верно, вывод можно сделать, посмотрев на карту.
- На территории Италии невозможно было наблюдать затмение — неверно, на территории Италии видно полную фазу целиком, что указано на карте фиолетовым цветом.
- *Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем было 90°* — неверно, во время лунного затмения Луна и Солнце на небе отстоят друг от друга на 180° , поскольку они находятся в противоположных точках небесной сферы.
- *Ровно через месяц после 7 сентября 2025 года было полное солнечное затмение* — неверно, так как для полного солнечного затмения Луна должна находиться в фазе новолуния, а через месяц Луна была близка к фазе полнолуния, так как 7 сентября было лунное затмение, для которого Луна находится в фазе полнолуния, а период смены фаз Луны составляет 29,5 дня.
- *В Австралии Луну во время затмения наблюдали к северу от зенита* — верно; поскольку Австралия находится в Южном полушарии Земли, Луна, как и Солнце, кульминирует там к северу от зенита.

б) Только первая картинка является полной фазой теневого затмения, остальные соответствуют частной теневой фазе лунного затмения.

Задание 1. Вариант 2. Дана схема лунного затмения, которое произошло 7 сентября 2025 года. GMT — обозначение времени на Гринвичском меридиане.



а) Выберите верные утверждения.

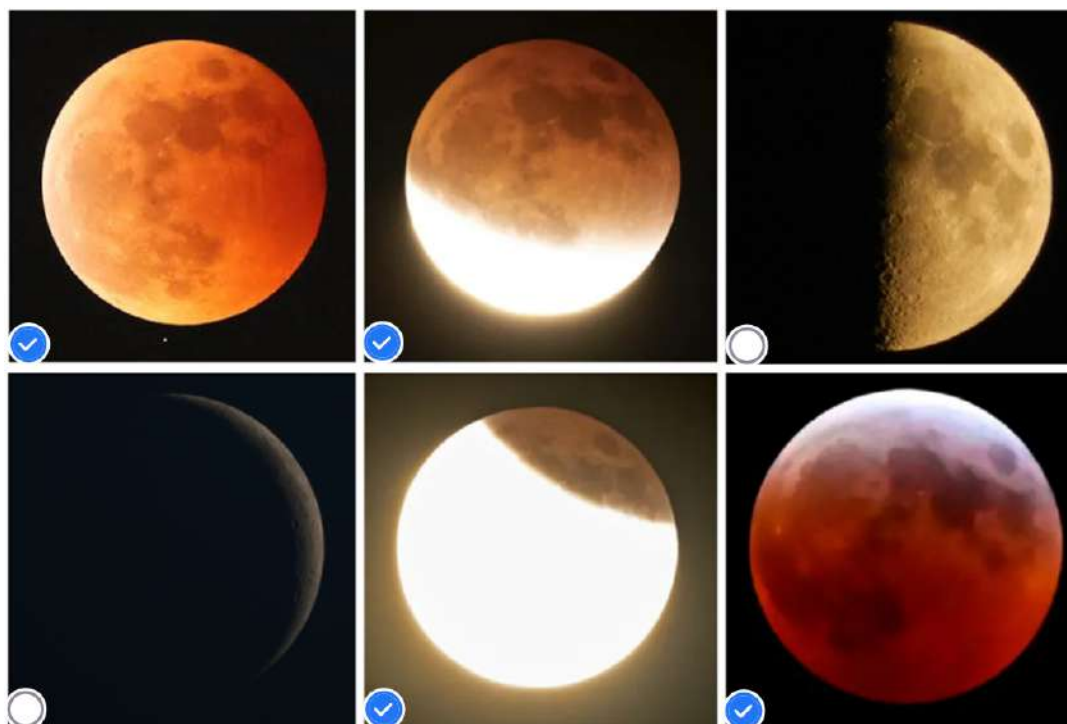
Ответ:

- Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично
- ✓ Луна находилась в фазе полнолуния
- Пунктирной линией на рисунке обозначен экватор
- ✓ На некоторых территориях лунное затмение можно было наблюдать в полночь
- Максимум лунного затмения наблюдался в 18:11 по московскому времени
- Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем составляло 90°
- ✓ В течение месяца после 7 сентября 2025 года было частное солнечное затмение
- ✓ Начало полутеневой фазы для наблюдателя в четвёртом часовом поясе наступило в 19:28

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

б) Какие изображения соответствуют лунному затмению?

Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 2 ошибок — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

а)

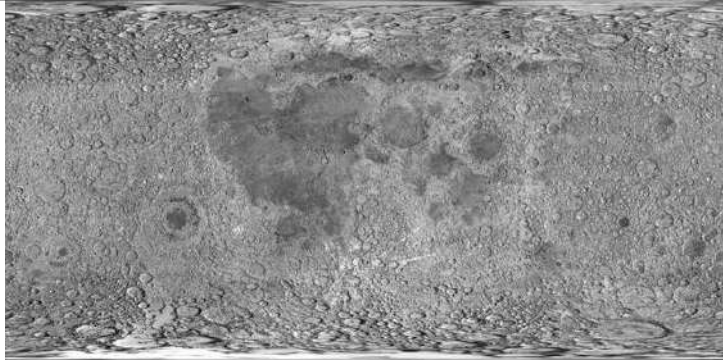
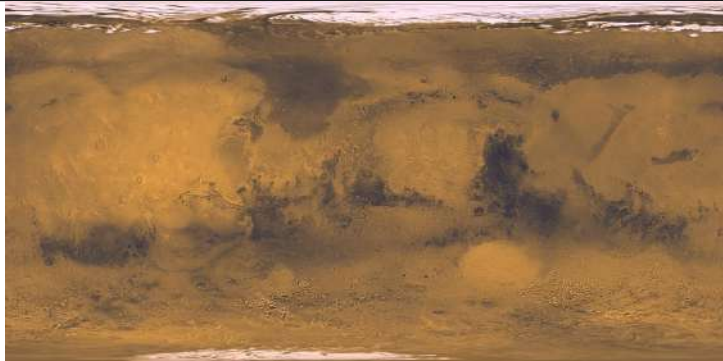
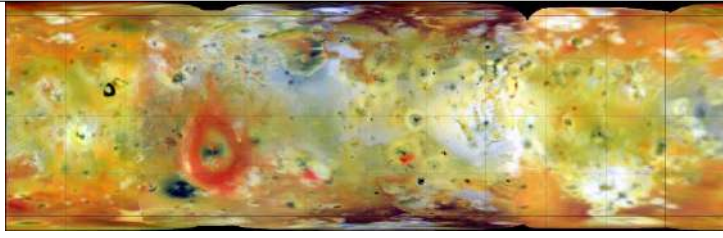
- Со всей поверхности Земли можно было наблюдать лунное затмение хотя бы частично — неверно, так как лунное затмение длится 5 с небольшим часов, за это время Земля провернётся не более чем на 80° , а Луну будет видно только с части поверхности Земли, равной примерно 250° .
- Луна находилась в фазе полнолуния — верно.
- Пунктирной линией на рисунке обозначен экватор — неверно, пунктирной линией обозначена эклиптика.
- На некоторых территориях лунное затмение можно было наблюдать в полночь — верно.
- Максимум лунного затмения наблюдался в 18:11 по московскому времени — неверно, это время максимума лунного затмения на гринвичском меридиане, а не в Москве.
- Во время затмения угловое расстояние между Луной и Солнцем было 90° — неверно, во время лунного затмения между Луной и Солнцем на небе было 180° , они находятся в противоположных точках небесной сферы.
- В течение месяца после 7 сентября 2025 года было частное лунное затмение — верно.
- Начало полутеневой фазы для наблюдателя в четвёртом часовом поясе наступило в 19:28 — верно, начало полутеневой фазы по гринвичскому времени в 15:28, в четвёртом часовом поясе будет на 4 часа больше, то есть 19:28.

б) На остальных картинках указаны фазы Луны, а не лунное затмение.

Задание 2.

а) Установите соответствие между объектами и их развёртками.

Ответ:

	Луна
	Марс
	Земля
	Ио
	Юпитер

Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего 5 баллов

б) Расположите объекты в порядке увеличения минимально возможной дистанции от них до Юпитера.

Ответ:

- ✓ Ио
- ✓ Калисто
- ✓ Марс
- ✓ Луна
- ✓ Солнце
- ✓ Нептун

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 5 баллов. За 1 ошибку снимается 2 балла. Более 1 ошибки — 0 баллов

Максимальный балл за задание — 10

Решение.

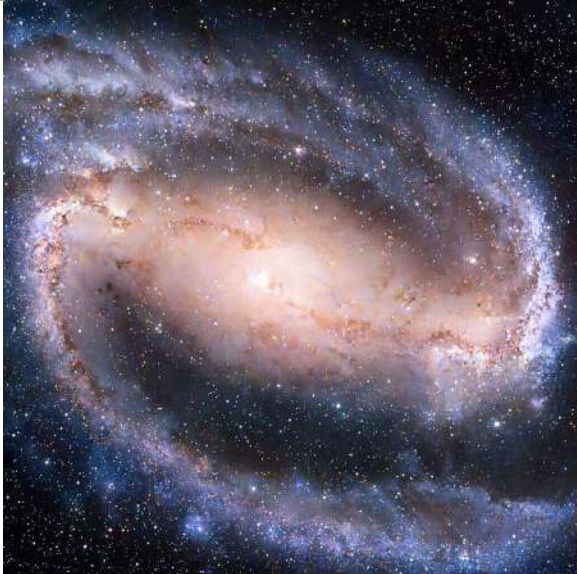
Укажем расстояния от Юпитера до объектов:

- Ио (спутник Юпитера) — 400 тыс. км.
- Калисто (спутник Юпитера) — 2 млн км.
- Марс: минимальное — 3.7 а. е., находится вычитанием большой полуоси Марса из большой полуоси Юпитера.
- Луна: минимальное — 4.2 а. е., находится вычитанием большой полуоси Земли (так как Луна — спутник Земли) из большой полуоси Юпитера.
- Нептун: минимальное — 24.8 а. е., находится вычитанием большой полуоси Юпитера из большой полуоси Нептуна.

Задание 3.

Распределите объекты по группам.

Ответ:

Галактики	
	
	

Рассеянные звёздные скопления



Молекулярные облака с областью звездообразования



Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего — 9 баллов. За каждую ошибку снимается 1 балл.

Максимальный балл за задание — 9

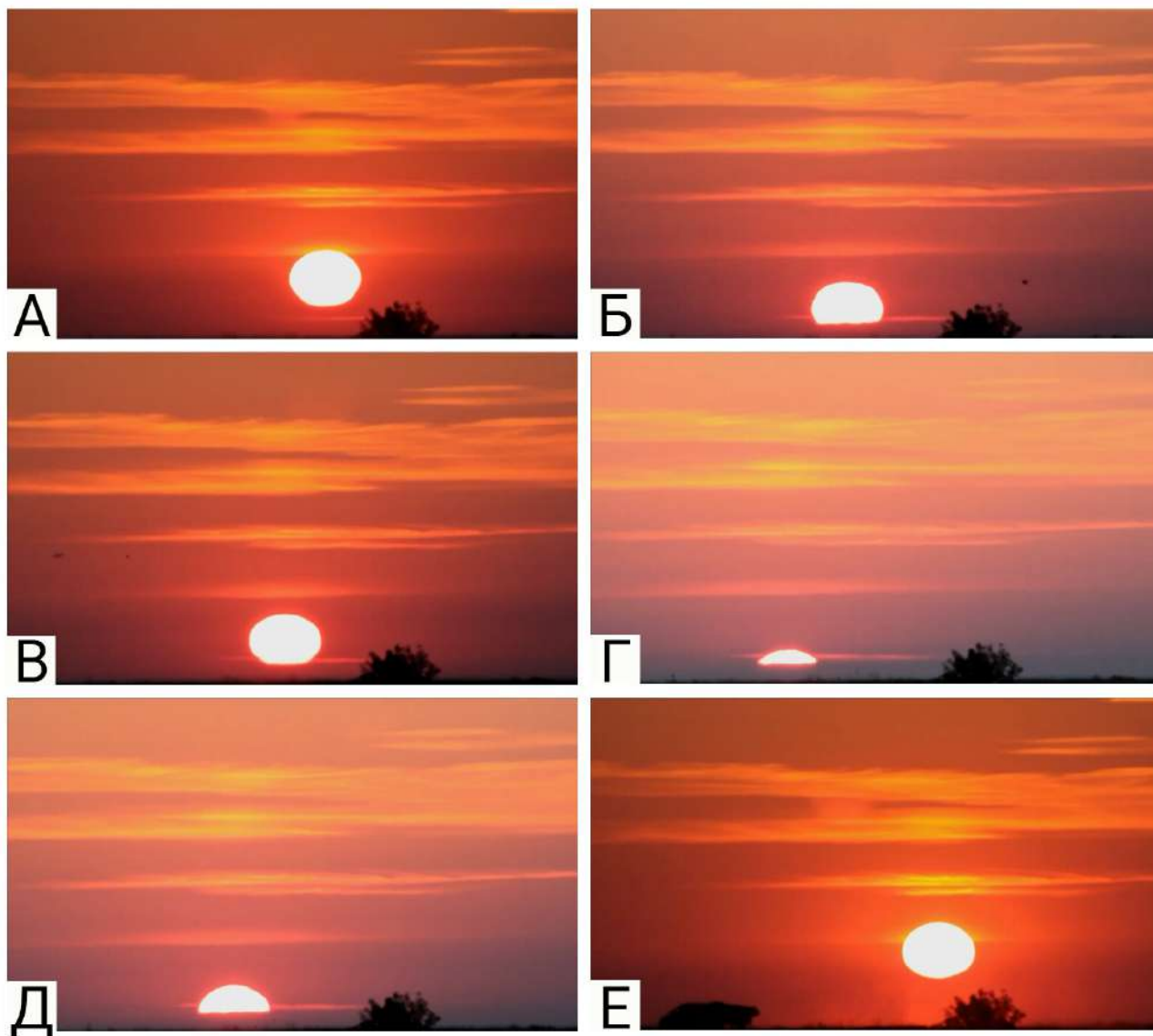
Решение.

Признаки, по которым участник может классифицировать эти снимки:

- Изображённые галактики имеют яркое ядро и спиральные рукава;
- Рассеянные звёздные скопления представляют собой большие группы ярких звёзд;
- Молекулярные облака имеют клочковатую структуру и формируют сгустки туманности.

Задание 4. Вариант 1.

Эти фотографии сделаны в Северном полушарии.



а) Расположите фотографии в хронологическом порядке.

Ответ:

- ✓ Г
- ✓ Д
- ✓ Б
- ✓ В
- ✓ А
- ✓ Е

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 4 ошибок — 0 баллов

б) Какое событие запечатлено?

Ответ:

- Восход Луны
- Пожар
- ✓ Восход Солнца
- Заход Солнца
- Прилёт НЛО
- Заход Луны
- Заход Венеры

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Одна из фотографий была сделана в промежутке между остальными, и на неё попал самолёт. Известно, что угловые диаметры Солнца и Луны равны 32 угловым минутам.



Определите угловой размер пролетевшего во время фотографирования самолёта (от кончика хвоста до кончика носа). Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: 0.7 или 0.8

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

г) В каком направлении летит самолёт?

Ответ:

- На север
- ✓ На юг
- На запад
- На восток

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а) Так как событие происходит в Северном полушарии, Солнце движется слева направо. Расставляем картинки так, чтобы они соответствовали этому направлению, получается, что Солнце восходит.

б) Солнце восходит (пояснение см. выше).

в) Для измерений используем горизонтальный размер Солнца, так как по вертикали рефракция искажает реальные угловые размеры Солнца. Самолёт на фото в длину в 1.4 раза длиннее, чем поперечный размер Солнца. Угловой диаметр Солнца (32 угловые минуты) умножим на 1.4, получим 45 угловых минут. Ответ необходимо дать в градусах, для этого разделим на 60, получим 0.74 градуса, после округления — 0.7°.

г) Так как Солнце восходит на востоке, а самолёт летит направо, то он движется на юг.

Задание 4. Вариант 2.

Эти фотографии сделаны в северных широтах.



а) Расположите фотографии в хронологическом порядке.

Ответ:

- ✓ Д
- ✓ В
- ✓ Г
- ✓ А
- ✓ Б
- ✓ Е

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 4 ошибок — 0 баллов

б) Какое событие запечатлено?

Ответ:

- Восход Луны
- Пожар
- Восход Солнца
- ✓ Заход Солнца
- Заход Луны
- Прилёт НЛО
- Заход Венеры

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Одна из фотографий была сделана в промежутке между остальными, и на неё попала птица. Известно, что угловые диаметры Солнца и Луны равны 32 угловым минутам.



Определите угловой размер пролетевшей во время фотографирования птицы (от кончика клюва до кончика хвоста). Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: 1.2 или 1.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

г) В каком направлении летит птица?

Ответ:

- На север
- ✓ На юг
- На запад
- На восток

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 5.

а) Установите соответствие между событием/объектом и посвящённой ему маркой.

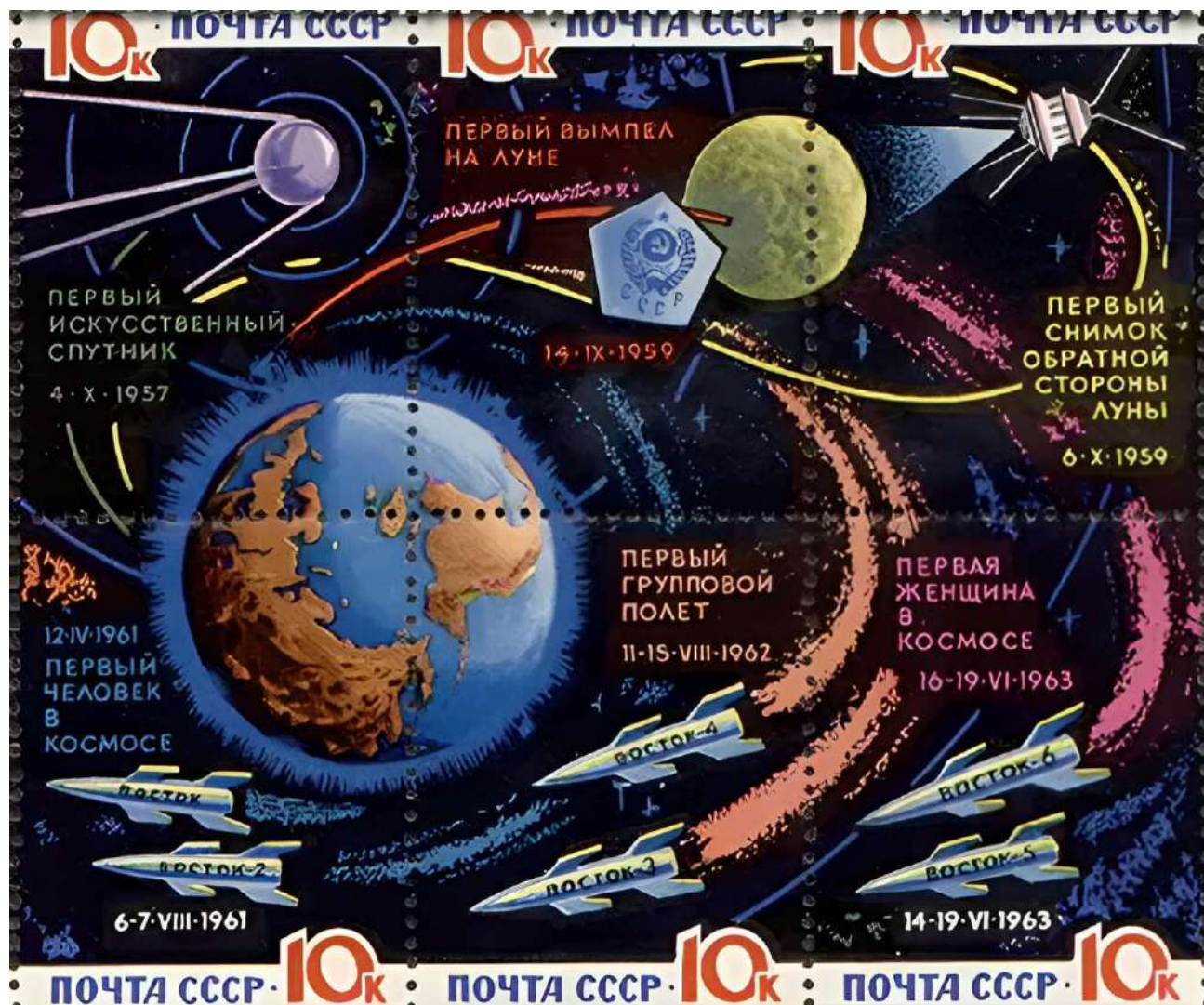
В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы

Ответ:

	Полёт Юрия Гагарина в космос
	Выход Алексея Леонова в открытый космос
	Нил Армстронг на Луне
	Солнечное затмение
	Комета Первый спутник Покрытие Луной звезды Лунное затмение Спутники Сатурна Спутники Юпитера

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

б) Используя приведённые марки, определите число полных недель между запуском первого человека в космос и первым вымпелом на Луне.



Ответ: 82

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

в) Сколько полных месяцев прошло между началом первого группового полёта и выходом Алексея Леонова в открытый космос 18 марта 1965 года?

Ответ: 31

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

Решение.

а) На марках указаны даты событий.

б) Запуск первого искусственного спутника произошёл 4.10.1957, первый снимок обратной стороны Луны был сделан 6.10.1959. Чтобы найти количество полных недель, прошедших между этими событиями, необходимо посчитать количество дней между ними, поделить на 7 и взять целую часть. Количество дней между этими датами — 732. Количество недель — 104.

в) Аналогично найдём даты на марке: запуск первого человека в космос — 12.04.1961, выход Алексея Леонова в открытый космос — 18.03.1965. В данном случае требуется найти количество полных месяцев. С 12.04.1961 по 12.04.1965 прошло полных 4 года, то есть 48 месяцев, но выход Алексея Леонова в открытый космос произошёл в марте, 12.03.1965 года, то есть всего 47 месяцев, оставшиеся дни за полный месяц не считаются. Ответ — 47.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 5.

Пункты б-в)

№ варианта	Событие 1	Событие 2	Дата события 1	Дата события 2	Ответ (пункт б)
1	запуск первого человека в космос	первый вымпел на Луне	12.04.1961	14.09.1959	82
2	окончание первого группового полёта	запуск первого человека в космос	15.08.1962	12.04.1961	70
3	запуск первого искусственного спутника	начало полёта первой женщины в космос	04.10.1957	16.06.1963	297
4	запуск корабля «Восток-2»	запуск первого искусственного спутника	06.08.1961	04.10.1957	200
5	окончание полёта первой женщины в космос	первый снимок обратной стороны Луны	19.06.1963	06.10.1959	193
6	запуск первого искусственного спутника	первый снимок обратной стороны Луны	04.10.1957	06.10.1959	104
№ варианта	Событие 3	Событие 4	Дата события 3	Дата события 4	Ответ (пункт в)
1	начало первого группового полёта	выход Алексея Леонова в открытый космос	11.08.1962	18.03.1965	31
2	запуск первого искусственного спутника	Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны	04.10.1957	20.07.1969	141
3	первый снимок обратной стороны Луны	Нил Армстронг стал первым человеком, ступившим на поверхность Луны	06.10.1959	20.07.1969	117
4	первый вымпел на Луне	запуск первого в мире лунного самоходного аппарата «Луноход-1»	14.09.1959	10.11.1970	133
5	запуск первого человека в космос	запуск первого в мире лунного самоходного аппарата «Луноход-1»	12.04.1961	10.11.1970	114
6	запуск первого человека в космос	выход Алексея Леонова в открытый космос	12.04.1961	18.03.1965	47

Задание 6. Вариант 1.

Два корабля находятся на экваторе. Корабль «Летучий Голландец» находится на долготе 50° в. д., корабль «Звёздный Драккар» — на долготе 90° в. д. Считайте радиус Земли равным 6400 км.

а) Определите расстояние по поверхности между этими двумя кораблями. Ответ выразите в тысячах километров, округлите до сотых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [4.40; 4.55]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

б) 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: 2.7

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) Капитан на «Летучем Голландце» наблюдает восход Солнца в день равноденствия. Чему равна высота Солнца в этот момент для экипажа «Звёздного Драккара»? Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Ответ: 40

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

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

$$\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{360^\circ} \cdot 2\pi R_{\text{Земли}} \cdot 11000 \text{ (в тыс. км.)},$$

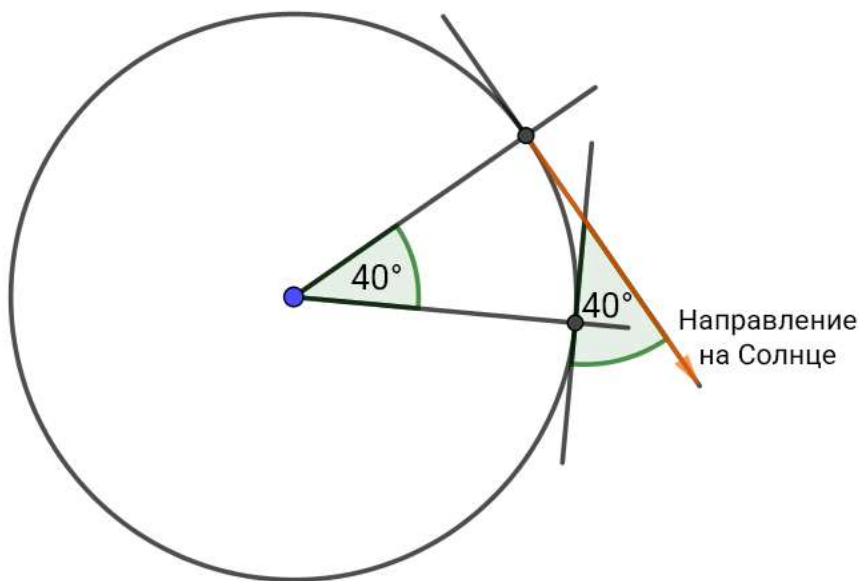
где λ — долготы кораблей, $R_{\text{Земли}}$ — радиус Земли в километрах.

б) 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:

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

где λ — долготы кораблей.

в) Разница высот Солнца будет равна углу между направлениями на горизонт в этих двух точках. А поскольку угол между двумя прямыми равен углу между их перпендикулярами, то угол между направлениями на горизонт будет равен разнице долгот, выраженной в градусах.

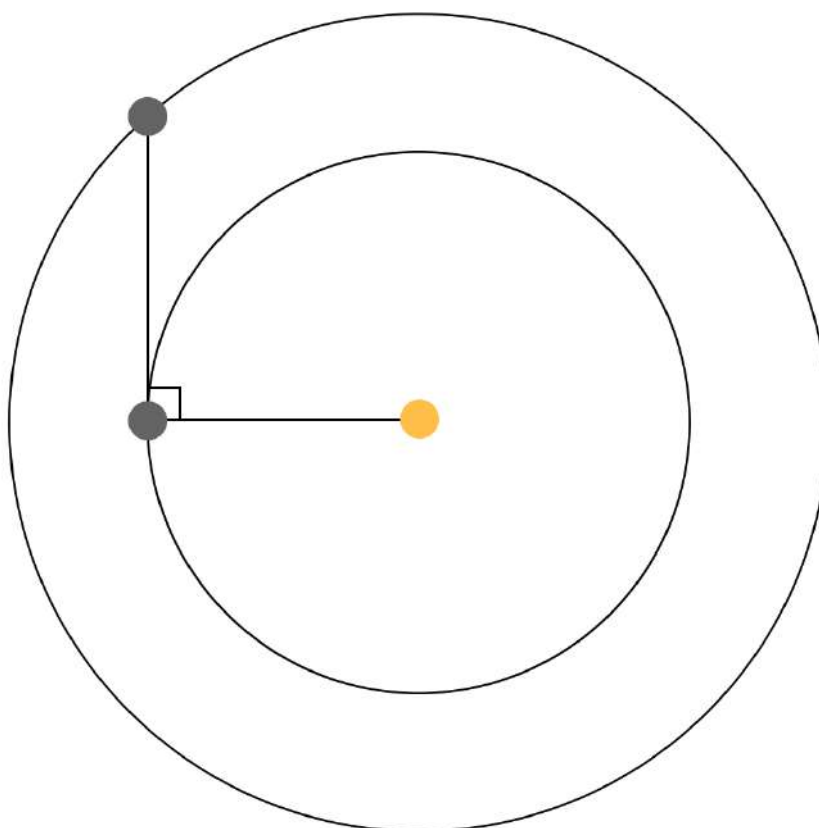


Матрица параметров и ответов к вариантам задания 6.

№ варианта	Долгота «Летучего Голландца», в. д.	Долгота «Звёздного Драккара», в. д.	Ответ в диапазоне (пункт а)		Ответ (пункт б)	Ответ (пункт в)
1	50	90	4.40	4.55	2.7	40
2	48	93	4.96	5.11	3.0	45
3	46	96	5.51	5.66	3.3	50
4	44	99	6.07	6.22	3.7	55
5	42	102	6.63	6.78	4.0	60
6	40	105	7.19	7.34	4.3	65
7	38	108	7.75	7.90	4.7	70
8	36	111	8.31	8.46	5.0	75
9	34	114	8.87	9.02	5.3	80
10	32	117	9.42	9.57	5.7	85
11	30	120	9.98	10.13	6.0	90
12	28	123	10.54	10.69	6.3	85
13	26	126	11.10	11.25	6.7	80
14	24	129	11.66	11.81	7.0	75
15	22	132	12.22	12.37	7.3	70
16	20	135	12.78	12.93	7.7	65
17	18	138	13.33	13.48	8.0	60
18	16	141	13.89	14.04	8.3	55
19	14	144	14.45	14.60	8.7	50
20	12	147	15.01	15.16	9.0	45

Задание 7. Вариант 1.

Дана схема взаимного расположения Меркурия и Земли.



Происходит радиолокация Меркурия с Земли. Для этого с Земли запускается сигнал и после отражения его от наблюдаемой планеты принимается и анализируется.

а) Найдите расстояние между Меркурием и Землёй. Радиус орбиты Меркурия равен 0.39 а. е. Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до сотых.

Ответ: 0.92

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 3 балла

б) Радиолокация осуществляется со скоростью света, равной 300 000 км/с, расстояние от Солнца до Земли равно 149 млн км. Сколько времени потребуется на радиолокацию? Ответ выразите в минутах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [15.0; 15.4]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) На каком максимальном угловом расстоянии от Солнца может находиться внутренняя планета на небе внешней планеты? Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [22.9; 23.1]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 11

Решение.

а) Расстояние между планетами, измеряемое в астрономических единицах (а. е.):

$$r = \sqrt{r_{\text{Марс}}^2 - r_{\text{Земли}}^2} = 1.14 \text{ а. е.},$$

где $r_{\text{Марс}}$ и $r_{\text{Земли}}$ — большие полуоси орбит Марса и Земли соответственно.

б) Время, требуемое на радиолокацию:

$$t = \frac{2 \cdot r \cdot 149 \text{ млн. км}}{v_{\text{света}}} = 18.9 \text{ минуты.}$$

В формуле использованы следующие обозначения:

r — расстояние между планетами, найденное в вопросе а), $v_{\text{света}} = 300000 \text{ км/с}$ — скорость света.

Необходимо учесть, что сигналу требуется достичь планеты, для которой происходит радиолокация, и вернуться обратно. Также не забыть перевести ответ в минуты и округлить до десятых.

в) Положение, в котором на небе внешней планеты внутренняя планета находится на максимальном угловом расстоянии от Солнца, соответствует тому, что дано в задаче. Значит, максимальное угловое расстояние:

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{r_{\text{внутр}}}{r_{\text{внеш}}} \right).$$

Если участник не знаком с понятием арксинус, существуют альтернативные подходы.

Вариант 1. Геометрический метод. Доступен всем. Необходимо найти угловое расстояние между Солнцем и Землёй для наблюдателя, находящегося на Марсе, то есть острый угол Солнце — Марс — Земля. Построим орбиты в масштабе: циркулем нарисуем орбиты планет на расстоянии 10 см и 15.2 см от звезды. Можно использовать 5 см и 7.6 см, главное — сохранить масштаб. Полученный треугольник будет подобен реальному треугольнику Солнце — Марс — Земля со сторонами 1 а. е., 1.52 а. е. и 1.14 а. е. Далее поместим Солнце, Марс и Землю в соответствующие точки, соединим их и напрямую измерим искомый угол транспортиром, получим около 40 градусов. Мы использовали свойства подобия треугольников.

Вариант 2. Найдём синус искомого угла из прямоугольного треугольника Солнце — Марс — Земля как отношение противолежащего катета Солнце — Земля = 1 а. е. к гипотенузе Солнце — Марс = 1.52 а. е., получится $\sin \alpha = 0.66$. Далее с помощью подбора на калькуляторе можно найти $\sin(41^\circ) \approx 0.66$. Ответ: 41° .

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 7.

№ варианта	Объект	Радиус орбиты объекта, а. е.	Ответ (пункт а)	Ответ в диапазоне (пункт б)		Доп. ответ (пункт б)	Ед. измерения ответа (пункт б)	Ответ в диапазоне (пункт в)	
1	Марс	1.52	1.14	18.7	19.1	9.5	минуты	39.6	42.6
2	Меркурий	0.39	0.92	15.0	15.4	7.6	минуты	21.5	24.5
3	Венера	0.72	0.69	11.2	11.6	5.7	минуты	44.6	47.6
4	Юпитер	5.2	5.10	84.2	84.6	42.2	минуты	9.6	12.6
5	Сатурн	9.54	9.49	2.4	2.8	1.3	часы	4.5	7.5
6	Уран	19.19	19.16	5.1	5.5	2.7	часы	1.5	4.5
7	Нептун	30.06	30.04	8.1	8.5	4.2	часы	0.4	3.4
8	Плутон	39.48	39.47	10.7	11.1	5.5	часы	0	3
9	Макемаке	45.37	45.36	12.3	12.7	6.3	часы	0	2.8
10	Хаумея	43.12	43.11	11.7	12.1	6	часы	0	2.8
11	Эрида	67.94	67.93	18.5	18.9	9.4	часы	0	2.3
12	Веста	2.36	2.14	35.2	35.6	17.7	минуты	23.6	26.6
13	Церера	2.77	2.58	42.5	42.9	21.4	минуты	19.7	22.7

Задание 8.

а) Выберите верные утверждения.

Ответ:

- Ночь наступает, потому что Солнце затмевается Луной
- Смена времён года происходит из-за эллиптичности орбиты Земли
- ✓ Фазы Луны зависят от взаимного положения Солнца, Земли и Луны
- Свет от Луны до Земли идёт 500 секунд
- ✓ Синодический период Луны больше сидерического периода Луны
- Луна больше Марса практически в 2 раза
- В Солнечной системе 9 больших планет
- ✓ Марс меньше Земли практически в 2 раза
- Плутон, Харон и Хаумея — это большие планеты-гиганты
- Плутон открыли раньше Марса

б) Установите соответствие между объектами и фактами о них.

Ответ:

Венера	За 250 лет случается всего четыре прохождения объекта по диску Солнца
	Объект вращается в направлении, противоположном направлению вращения большинства планет
	Третий по яркости объект на небе Земли
Луна	«Луноход-1» успешно закончил свою миссию в 1971 году на поверхности этого объекта
	Гравитационное влияние этого объекта вызывает морские приливы и отливы
	Самым заметным лучевым кратером на этом объекте является кратер Тихо
Юпитер	Средняя плотность этого объекта немногим больше плотности воды
	Гравитационное воздействие объекта в июле 1994 года привело к дроблению кометы Шумейкеров-Леви-9 и падению в широты южнее Большого Красного пятна
	Объект излучает на 60 % больше энергии, чем получает от Солнца

Критерий оценивания: за каждую верную пару — 1 балл. Всего 9 баллов

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

а)

- Ночь наступает, потому что Солнце затмевается Луной — **неверно**, данное событие называется солнечным затмением.

- Плутон, Харон и Хаумея — это большие планеты-гиганты — **неверно**, Плутон и Хаумея — это карликовые планеты, а Харон — спутник Плутона.
- Смена времён года происходит из-за эллиптичности орбиты Земли — **неверно**, смене времён года происходит из-за наклона земной оси.
- Фазы Луны зависят от взаимного положения Солнца, Земли и Луны — **верно**.
- Свет от Луны до Земли идёт 500 секунд — **неверно**, свет от Солнца до Земли идёт 500 секунд, а от Земли до Луны свет идёт немногим больше 1 секунды.
- Синодический период Луны больше сидерического периода Луны — **верно**.
- Луна больше Марса практически в 2 раза — **неверно**, Луна меньше Марса.
- Плутон открыли раньше Марса — **неверно**, Марс был известен ещё в древности, а Плутон открыли только в 1930 году.
- В Солнечной системе 9 больших планет — **неверно**, в Солнечной системе 8 больших планет.
- Марс меньше Земли практически в 2 раза — **верно**.

б) Не нуждается в комментариях.

Задание 9. Вариант 1.

Дана таблица некоторых свойств экзопланет системы Трея ($R = R_{\text{Солнца}}$, $M = M_{\text{Солнца}}$).

Экзопланета	Масса, $M_{\text{Земли}}$	Радиус, $R_{\text{Земли}}$	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 угловой диаметр родительской звезды при наблюдении с планеты Трея d . Ответ выразите в градусах, округлите до десятых.

Ответ: 0.2 или 0.3

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

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

Справочная информация:

Для решения задачи вам может понадобиться третий закон Кеплера. Для двух планет он записывается так:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где:

- T_1 и T_2 — периоды обращения планет вокруг Солнца (например, в годах);
- a_1 и a_2 — средние расстояния планет до Солнца (большие полуоси орбит, например, в астрономических единицах — а. е.).

Ответ: засчитывается в диапазоне [1.28; 1.34]

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

в) Определите минимальное расстояние между Трея b и Трея d . Ответ выразите в астрономических единицах, округлите до десятых.

Ответ: 2.4

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 12

Решение.

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

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

где R — радиус родительской звезды в радиусах Солнца, в данной задаче он равен 1, а a — расстояние до родительской звезды от планеты в астрономических единицах (а. е.).

б) Так как родительская звезда похожа на Солнце, используя третий закон Кеплера, получаем:

$$T_{\text{в годах}} = \sqrt{a_{\text{в а.е.}}^3}$$

где a — расстояние до родительской звезды от планеты в астрономических единицах (а. е.).

в) Планеты максимально сблизятся в момент, когда они будут находиться на одной прямой с родительской звездой по одну сторону от неё. Тогда минимальное расстояние равно разности расстояний от каждой из планет до родительской звезды.

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 9.

№ вар.	Масса Треи b, масс Земли	Радиус Треи b, рад. Земли	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, масс Земли	Радиус Треи c, рад. Земли	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, масс Земли	Радиус Треи d, рад. Земли	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Ответ в диапазоне (пункт а)	
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	0.2	0.3
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2	0.3	0.4
3	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	0.5	1.0	1.2
4	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	0.3	1.7	1.9
5	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	0.2	2.5	2.8
6	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	0.1	5.0	5.4
7	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	0.05	10.0	10.7
8	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	0.25	2.0	2.2
9	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10	0.35	1.4	1.6
10	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	0.45	1.1	1.3
11	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	0.15	3.3	3.7
12	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	0.55	0.9	1.1
13	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	0.65	0.8	0.9
14	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	0.7	0.7	0.9

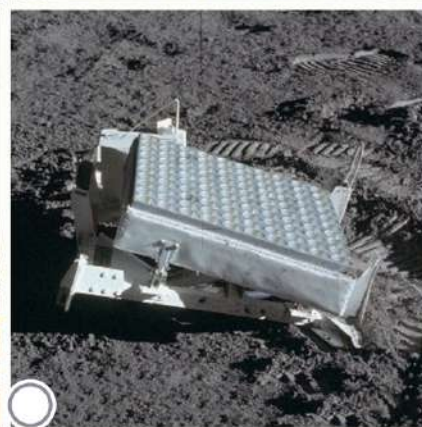
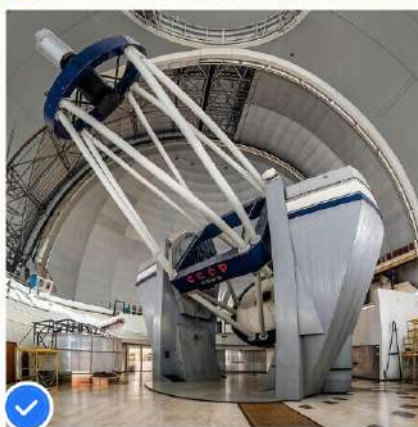
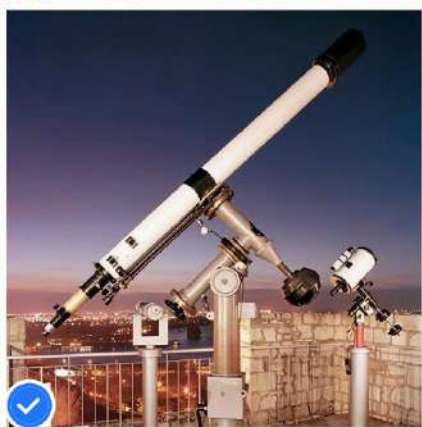
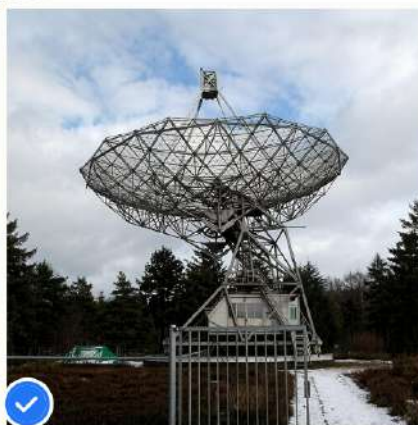
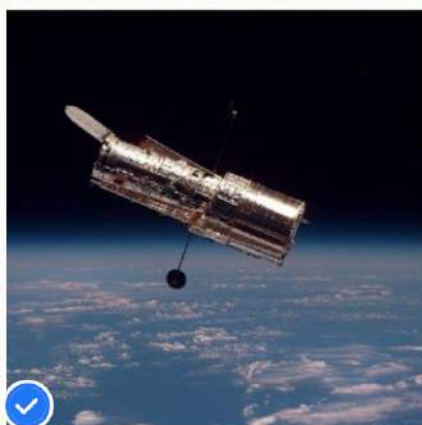
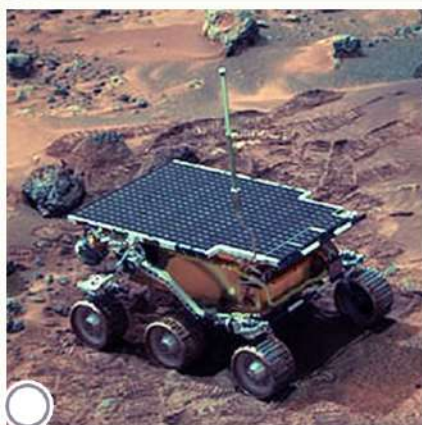
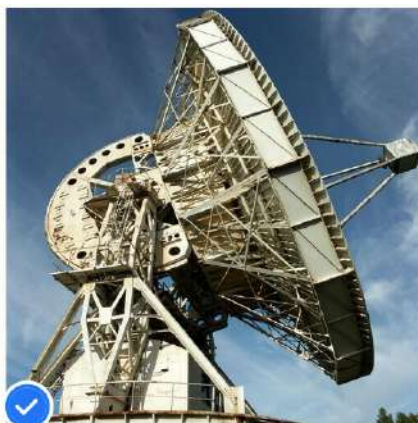
№ вар.	Масса Треи b, масс Земли	Радиус Треи b, рад. Земли	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, масс Земли	Радиус Треи c, рад. Земли	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, масс Земли	Радиус Треи d, рад. Земли	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Ответ в диапазоне (пункт б)	
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	1.28	1.34
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2	2.19	2.25
3	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	0.5	4.41	4.47
4	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	0.3	5.69	5.75
5	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	0.2	7.09	7.15
6	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	0.1	8.58	8.64
7	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	0.05	10.16	10.22
8	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	0.25	11.83	11.89
9	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10	0.35	13.58	13.64
10	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	0.45	15.41	15.47
11	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	0.15	17.31	17.37
12	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	0.55	19.29	19.35
13	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	0.65	21.34	21.4
14	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	0.7	23.45	23.51

№ вар.	Масса Треи b, масс Земли	Радиус Треи b, рад. Земли	Расстояние Треи b от звезды, а. е.	Масса Треи c, масс Земли	Радиус Треи c, рад. Земли	Расстояние Треи c от звезды, а. е.	Масса Треи d, масс Земли	Радиус Треи d, рад. Земли	Расстояние Треи d от звезды, а. е.	Ответ (пункт в)	Ответ (пункт в) округлить до...
1	3.5	1.5	0.1	10	2.5	1.2	100	9.1	2.5	2.4	десятых
2	3.6	1.6	0.3	11	2.6	1.7	102	9.2	2.0	1.7	десятых
3	3.8	1.8	0.7	13	2.8	2.7	106	9.4	0.5	0.2	десятых
4	3.9	1.9	0.9	14	2.9	3.2	108	9.5	0.3	0.6	десятых
5	4	2	1.1	15	3	3.7	110	9.6	0.2	0.9	десятых
6	4.1	2.1	1.3	16	3.1	4.2	112	9.7	0.1	1.2	десятых
7	4.2	2.2	1.5	17	3.2	4.7	114	9.8	0.05	1.45	сотых
8	4.3	2.3	1.7	18	3.3	5.2	116	9.9	0.25	1.45	сотых
9	4.4	2.4	1.9	19	3.4	5.7	118	10.0	0.35	1.55	сотых
10	4.5	2.5	2.1	20	3.5	6.2	120	10.1	0.45	1.65	сотых
11	4.6	2.6	2.3	21	3.6	6.7	122	10.2	0.15	2.15	сотых
12	4.7	2.7	2.5	22	3.7	7.2	124	10.3	0.55	1.95	сотых
13	4.8	2.8	2.7	23	3.8	7.7	126	10.4	0.65	2.05	сотых
14	4.9	2.9	2.9	24	3.9	8.2	128	10.5	0.70	2.2	десятых

Задание 10.

Выберите изображения телескопов, используемых для астрономических наблюдений.

Ответ:



Критерий оценивания: за каждый верный ответ — 1 балл. Всего 5 баллов. За каждую ошибку снимается 1 балл
Максимальный балл за задание — 5

Решение.

Телескопы бывают не только оптическими, существуют радиотелескопы в форме вогнутой тарелки, а также космические телескопы, которые тоже могут иметь необычные и непривычные формы, но в данных картинках такой только один — самый известный космический телескоп, «Хаббл».

На рисунках представлены:

		
Микроскоп	Радиотелескоп «РТ-22» Пушкинской астрономической обсерватории	Первый искусственный спутник Земли
		
Марсоход	Цифровой микроскоп	Спутниковая тарелка телевидения
		
Космический телескоп «Хаббл»	Радиотелескоп в радиообсерватории Двингело	«Луноход-1»
		
Телескоп линзовый	Большой телескоп азимутальный (БТА)	Отражатель на Луне

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



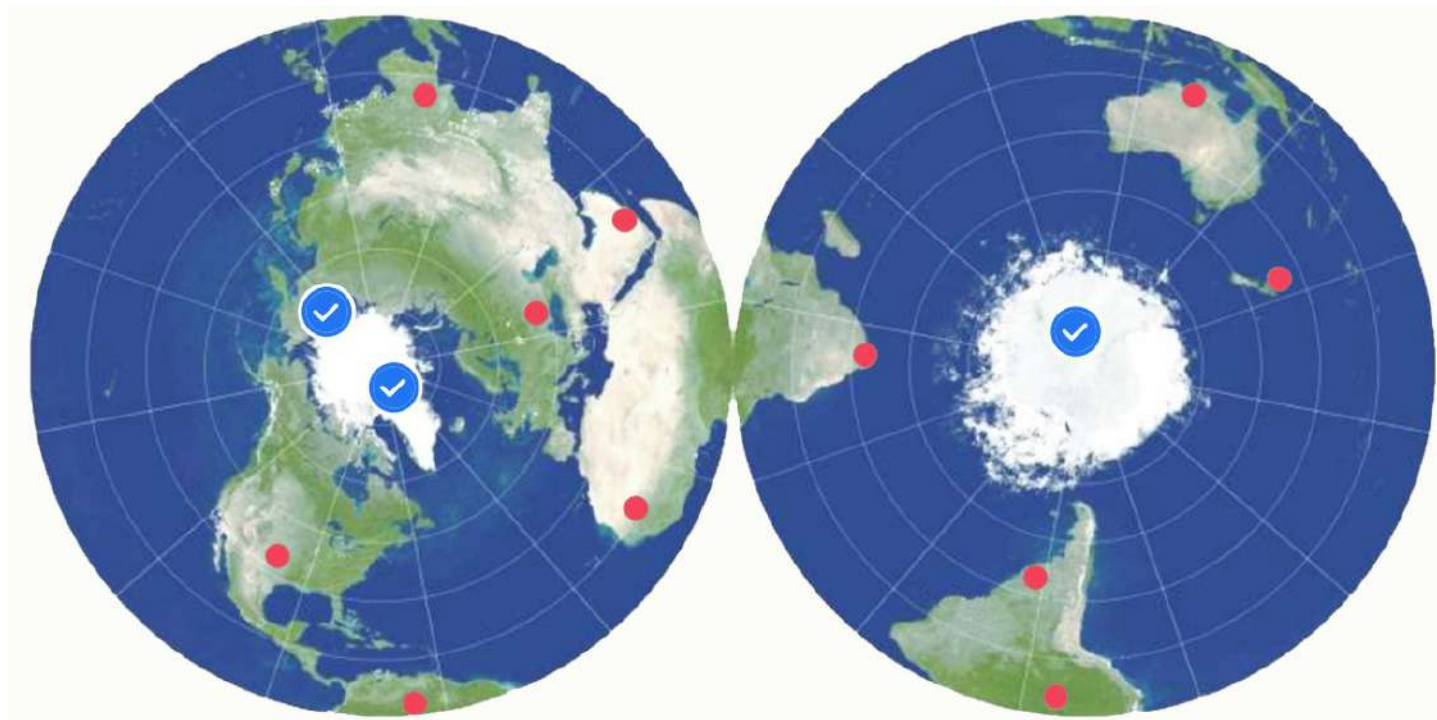
Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. Вариант 1.

На карте Земли отмечены точки.

а) В каких точках бывает полярная ночь?

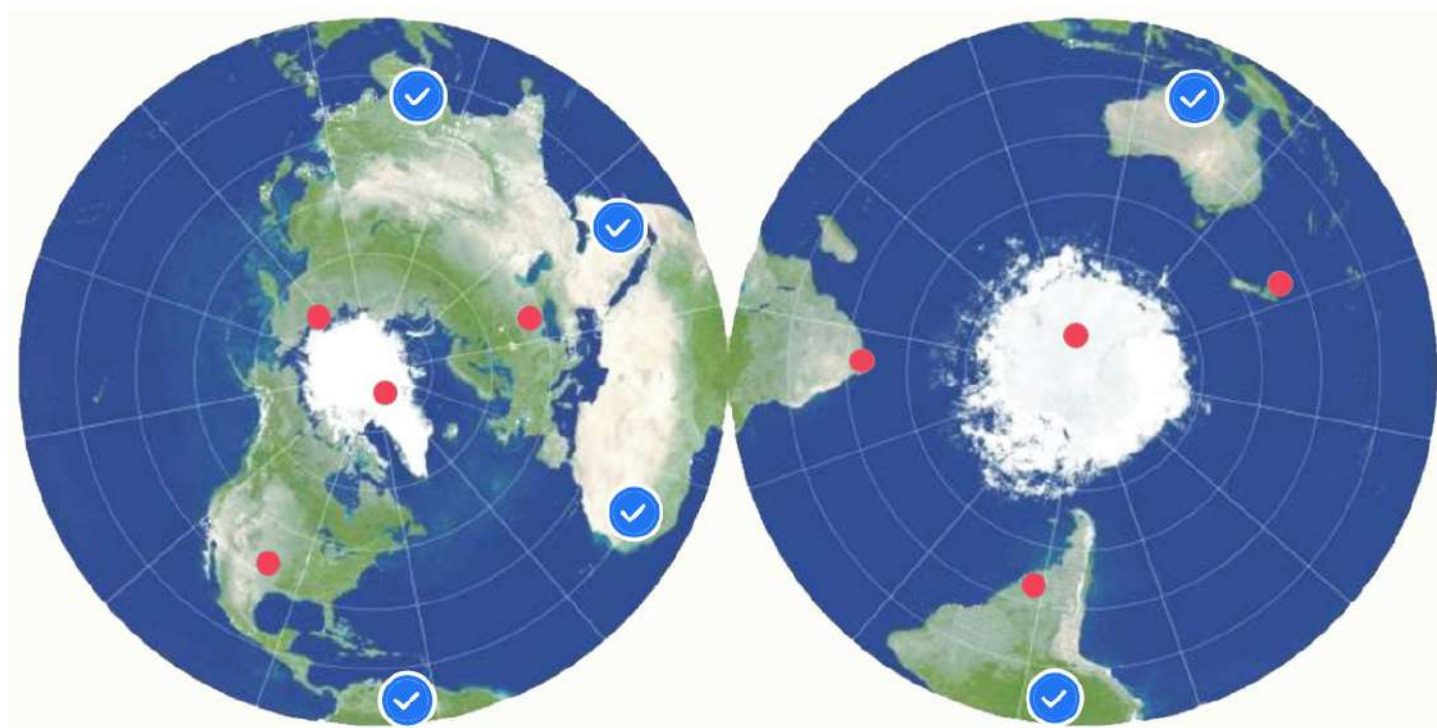
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

б) В каких точках бывает Луна в зените?

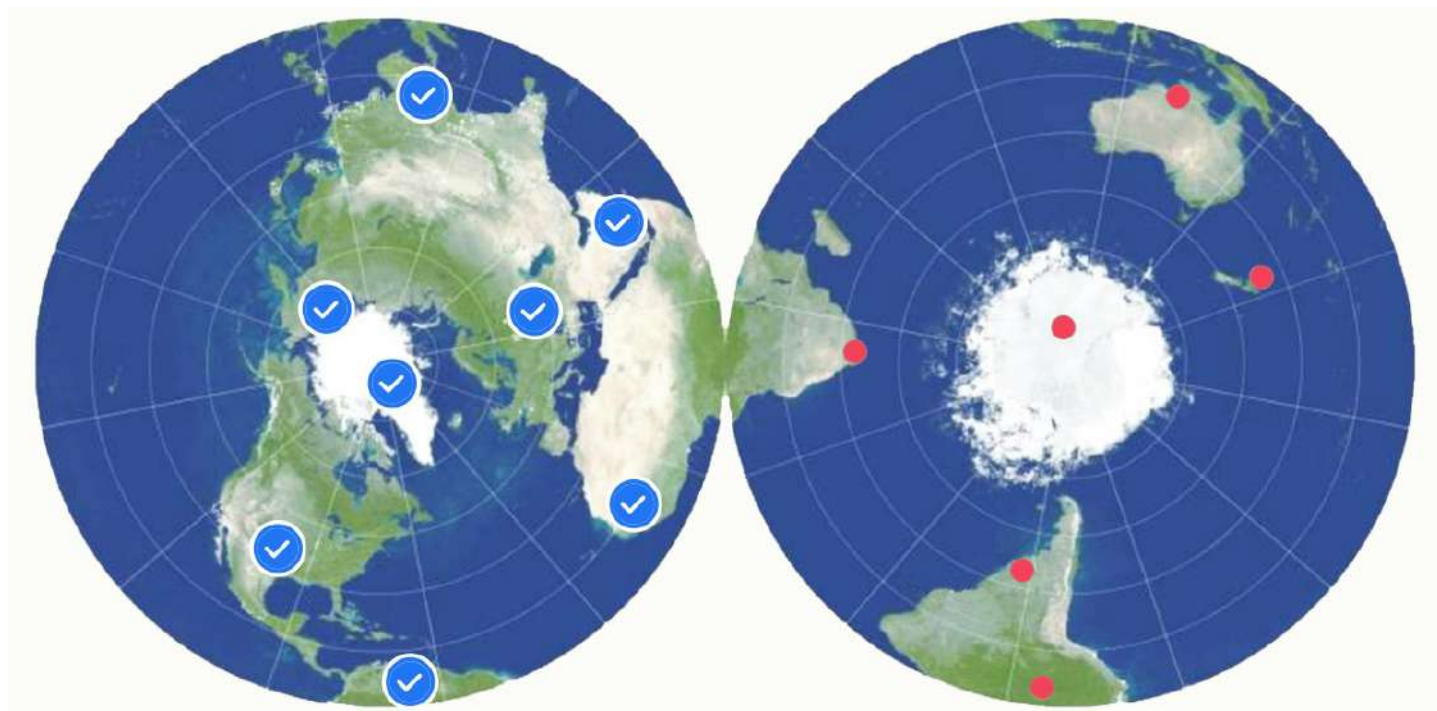
Ответ:



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?

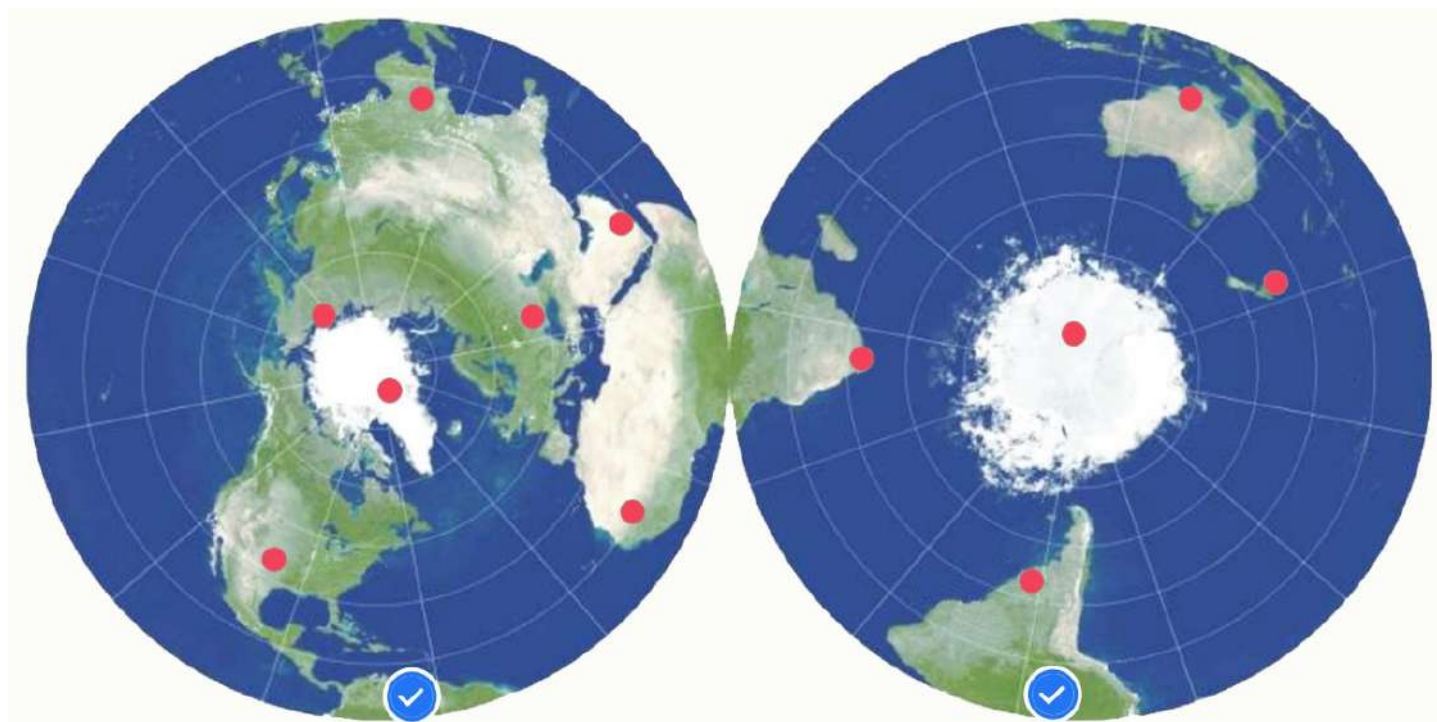
Ответ:



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 находиться 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?

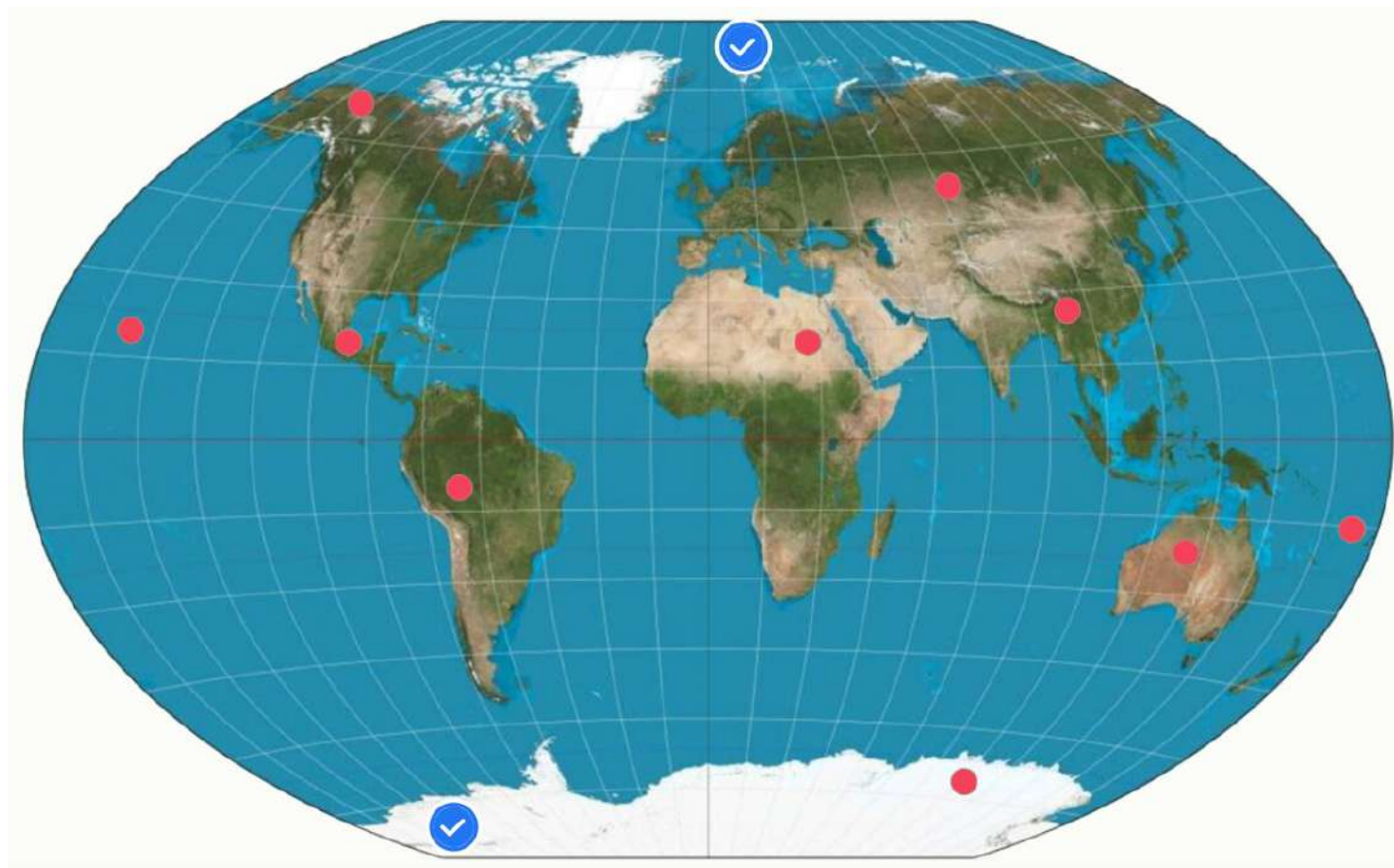
Ответ:



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

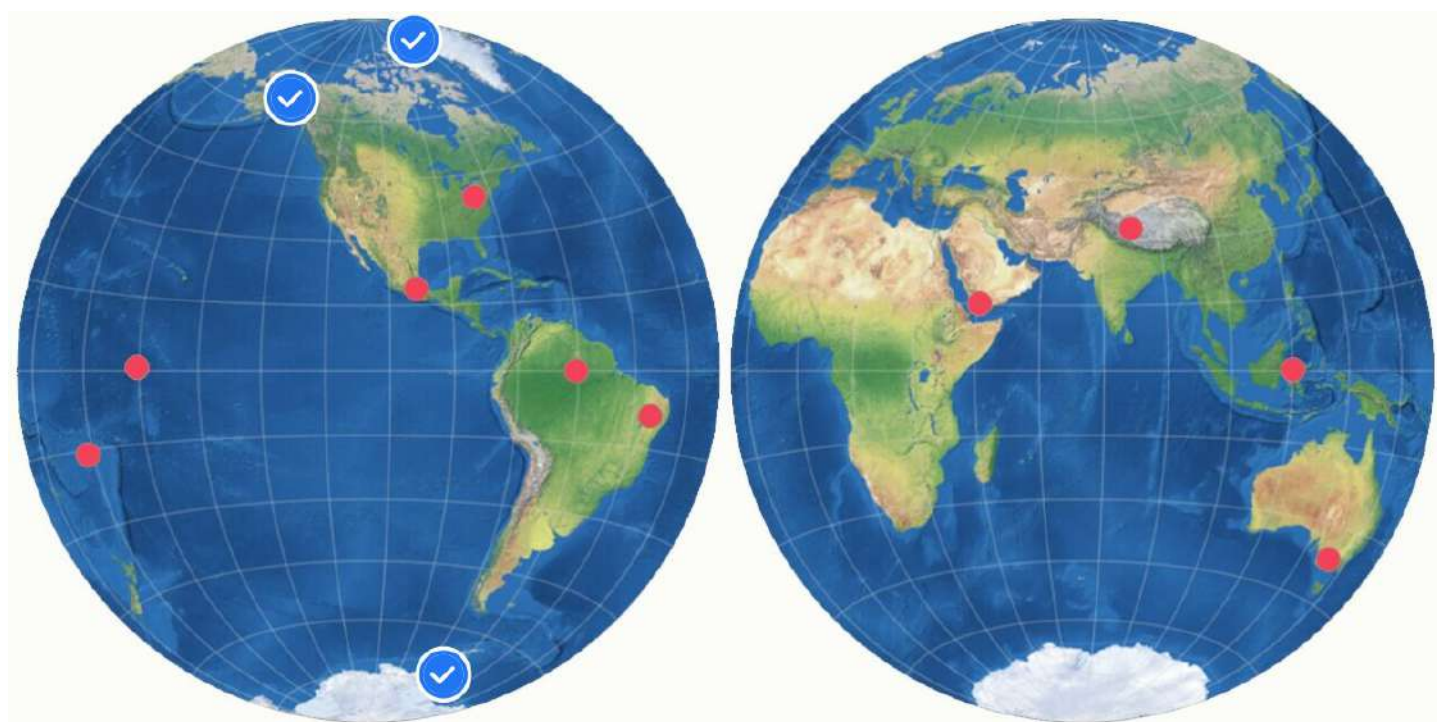
Решение по аналогии с вариантом 1

Задание 1. Вариант 3.

На карте Земли отмечены точки.

а) В каких точках бывает полярная ночь?

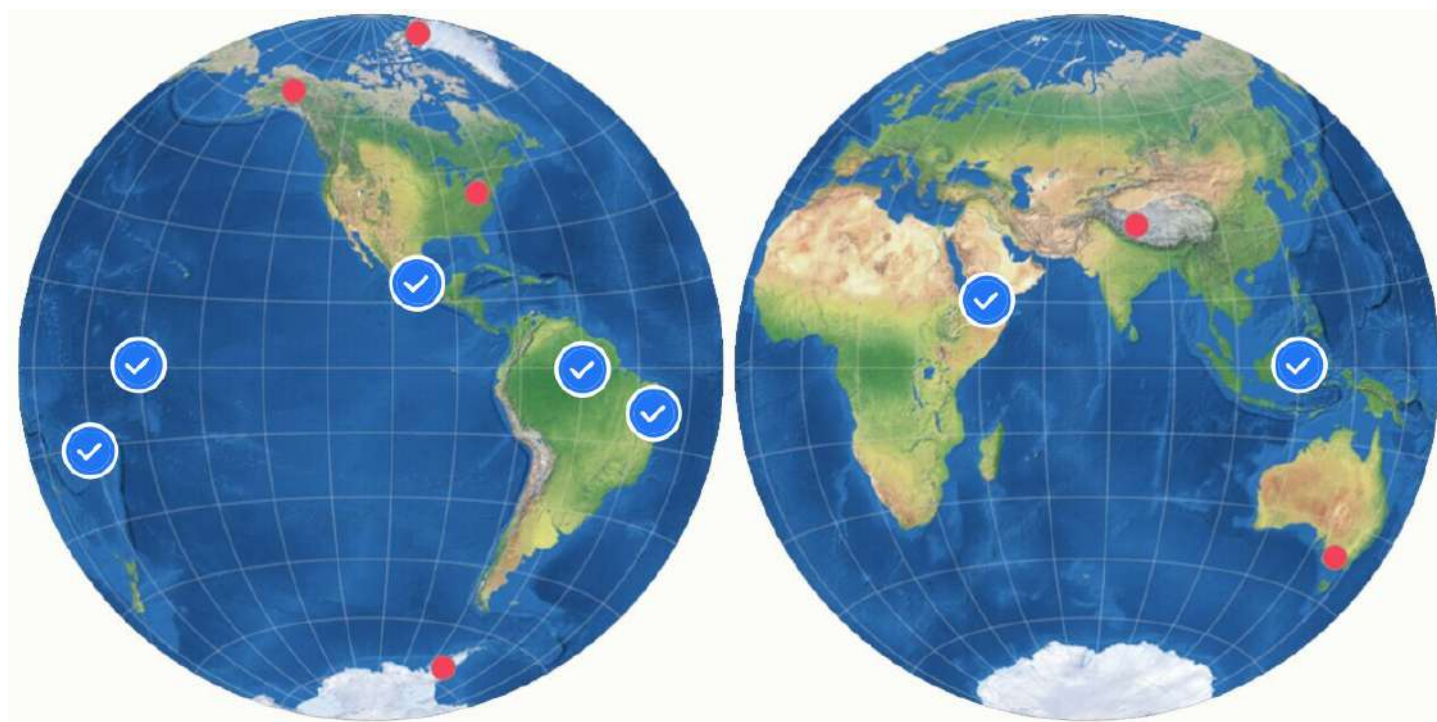
Ответ:



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?

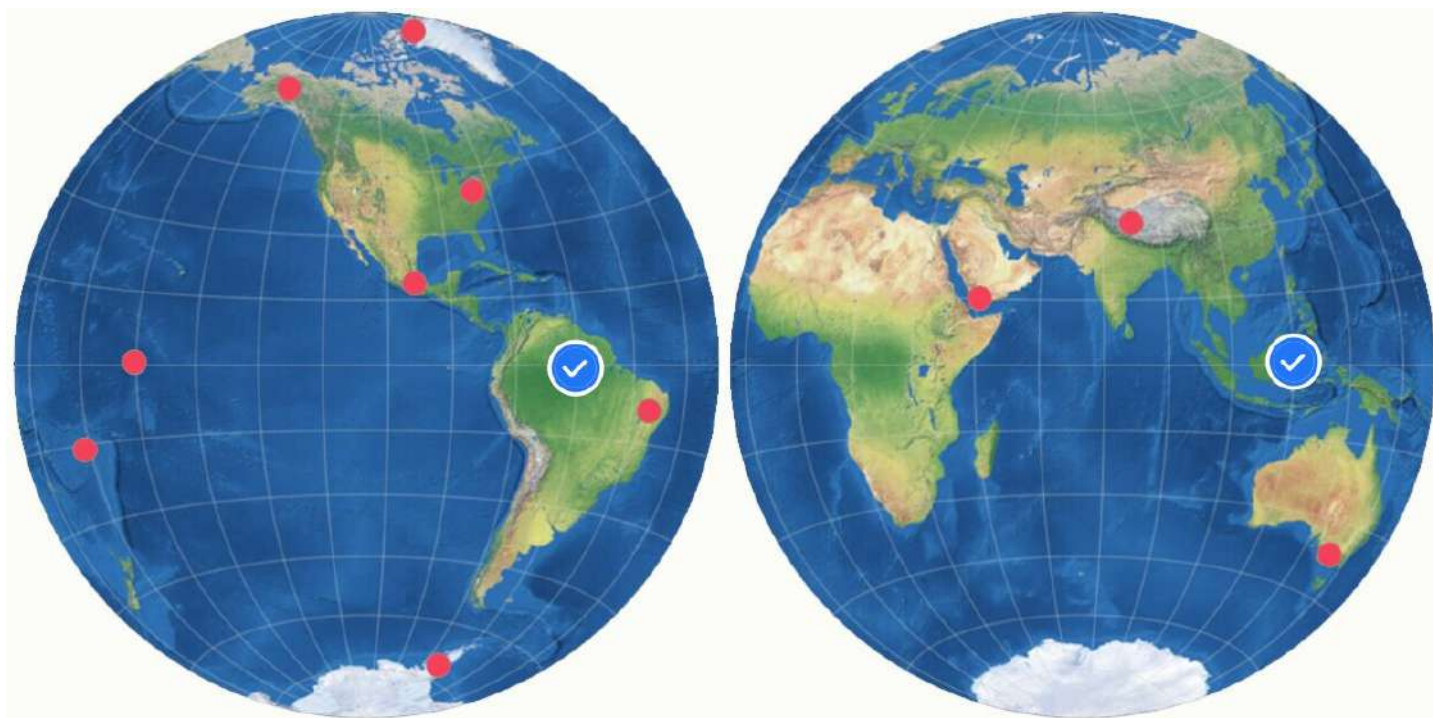
Ответ:



Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

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

Ответ:



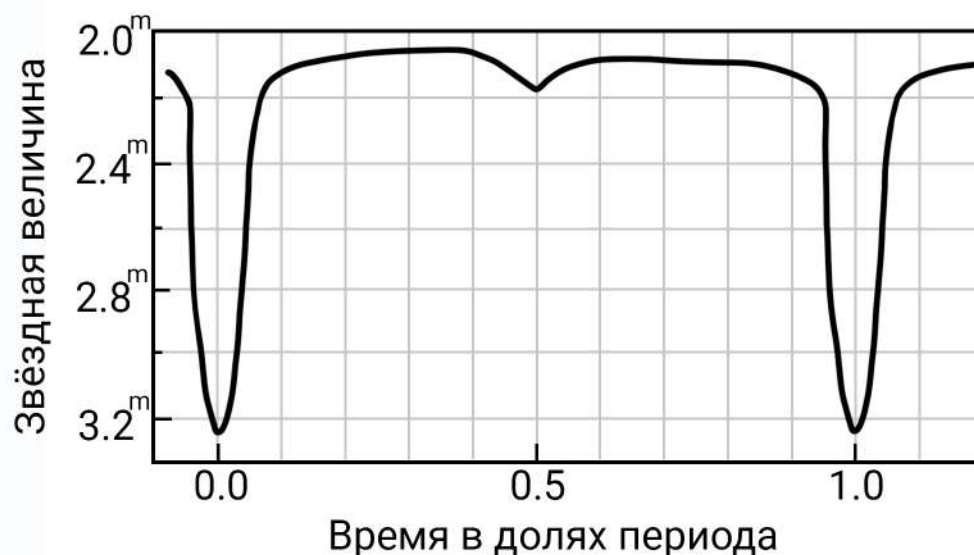
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

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

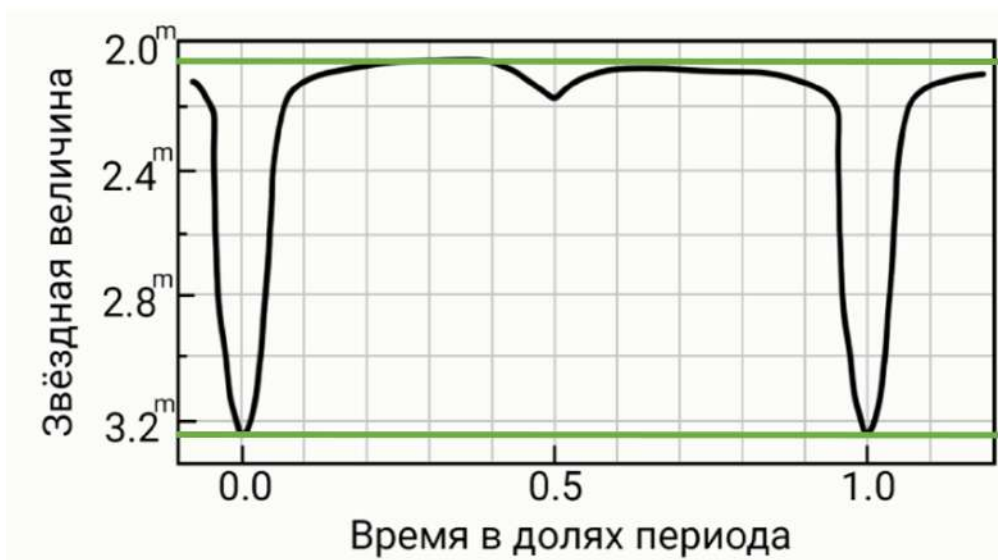
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

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 минимумом 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.

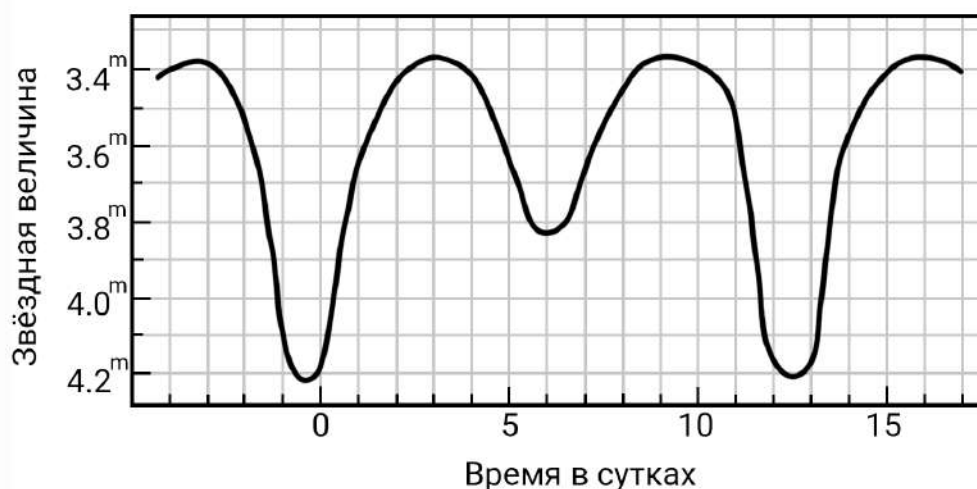


Вне затмения значение звездной величины 2.1^m . Во время главного транзита 3.25^m . В итоге модуль падения блеска равен 1.15^m (ответ необходимо округлить до десятых).

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 Лир.



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:

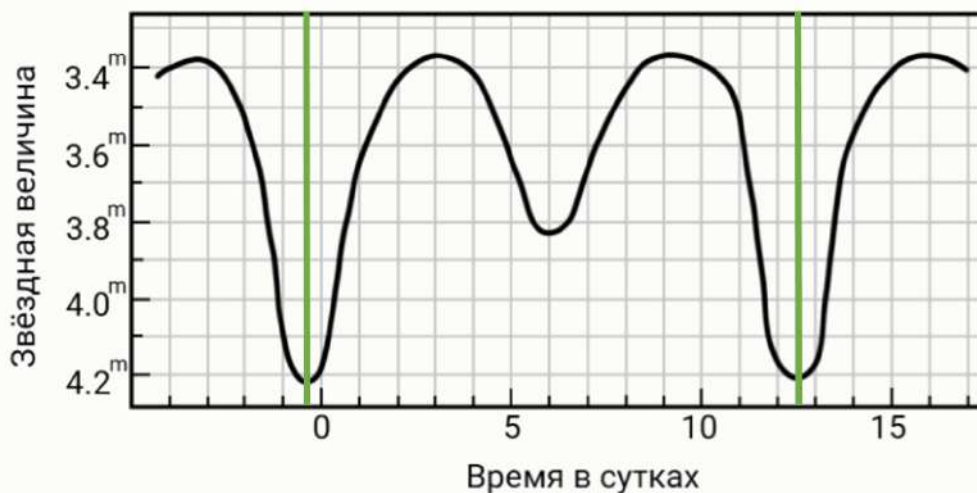
- Станет больше
- ✓ Станет меньше
- Не изменится

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 8

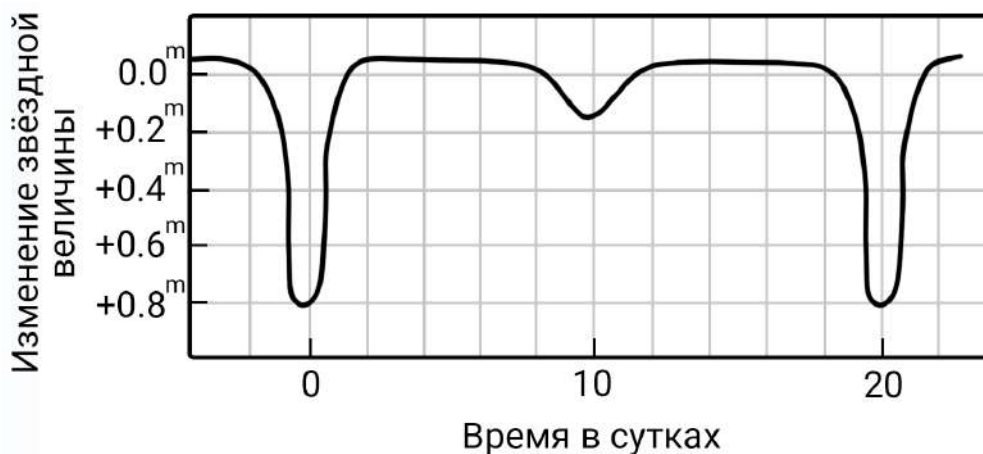
Решение.

а) Период обращения можно найти, если найти время, проходящее между двумя одинаковыми моментами периода, например, между двумя главными минимумами: $12.5 \text{ суток} - (-0.5 \text{ суток}) = 13 \text{ суток}$.



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:

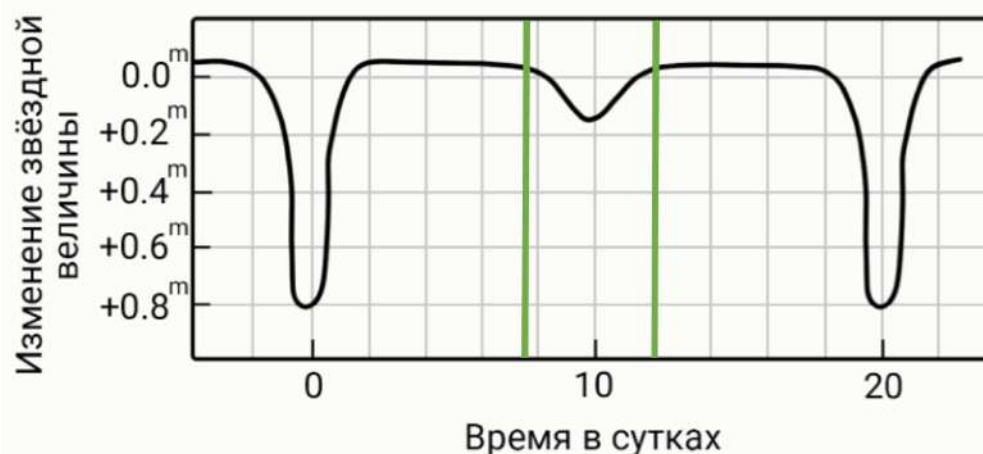
- Станет больше
- ✓ Станет меньше
- Не изменится

Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 2 балла

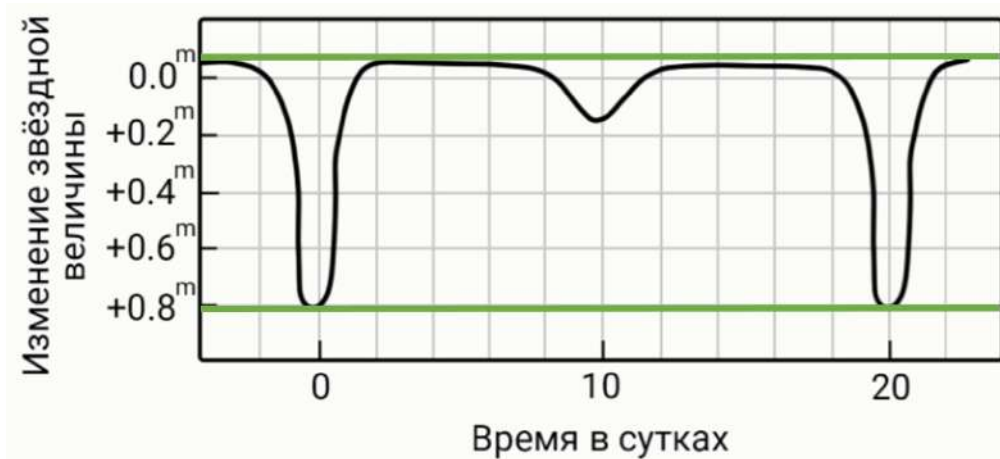
Максимальный балл за задание — 8

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 меньше 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 уравнивает трубу телескопа относительно полярной оси. На всех представленных экваториальных монтировках противовес присутствует.

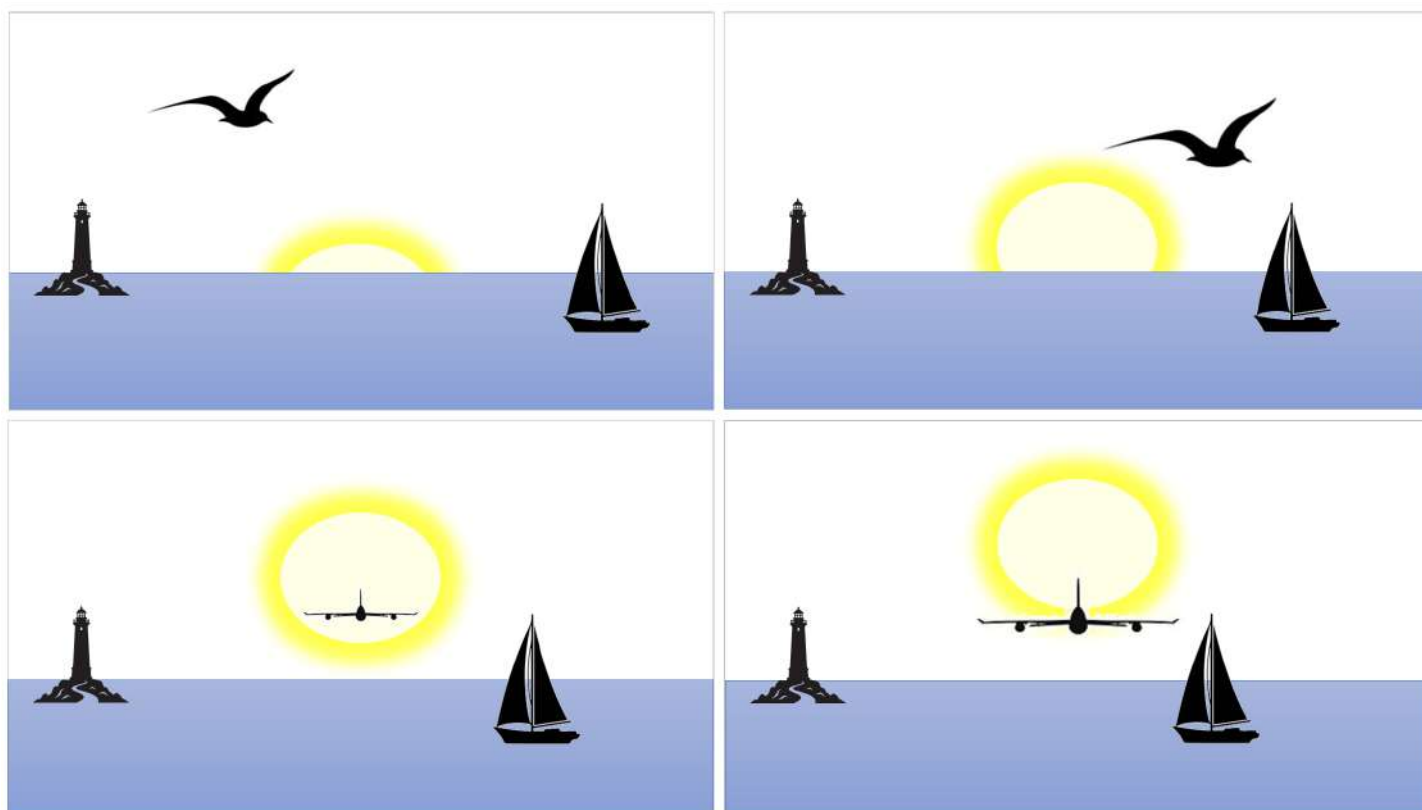
б)

- 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 меньше 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?

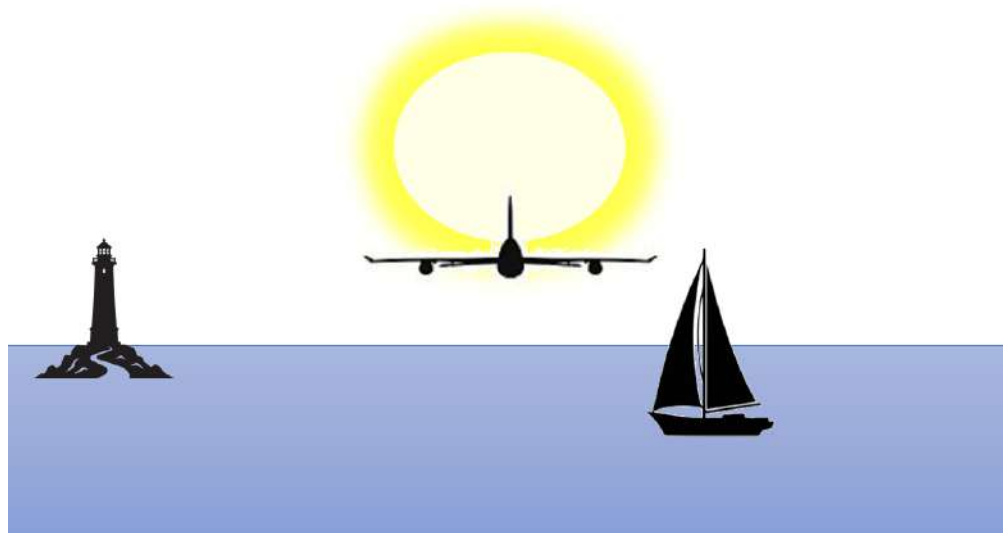
В этом задании некоторым вариантам из правого столбца соответствуют несколько вариантов из левого столбца.

Ответ:

Движение парохода	Никуда не движется
Взгляд юнги	На восток
Полёт самолёта	На запад
Движение маяка	Никуда не движется
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 движется перпендикулярно горизонту, действие происходит на экваторе, так как Солнце в своём суточном движении движется 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 движется со скоростью $15^\circ/\text{час}$, 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 движется, 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 $\frac{L}{v}$.

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 ($\delta = +7^\circ$, $\alpha = 5^h 55^m$) 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

$$h_{\text{вк}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 32^\circ,$$

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 с 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:

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

где M_0 и R_0 — масса и радиус Земли соответственно, а $M_{\text{пл}}$ и $R_{\text{пл}}$ — 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:

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

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

Матрица параметров и ответов к вариантам задания 9.

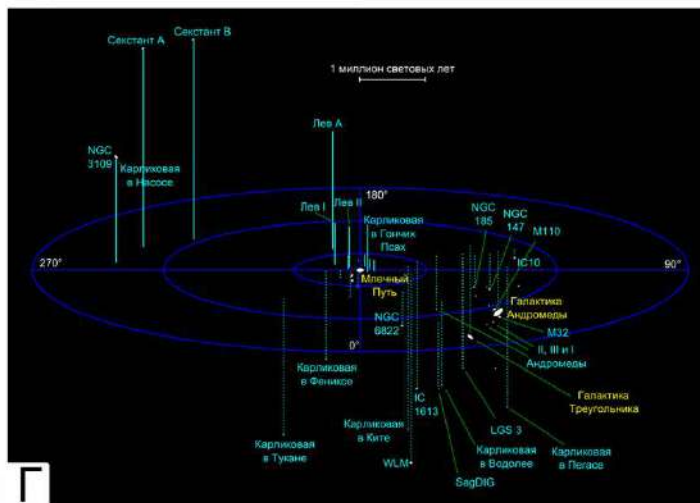
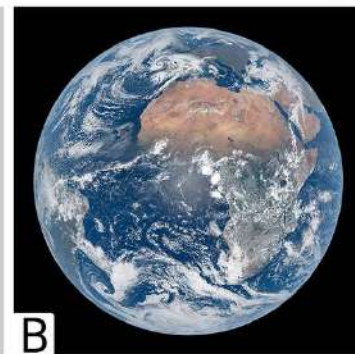
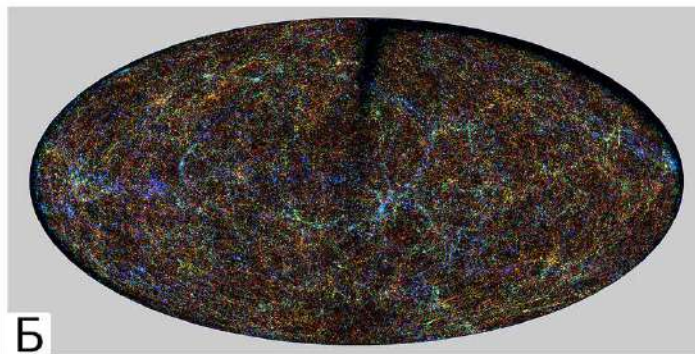
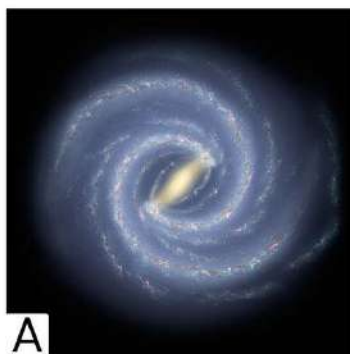
№ вар.	Масса Трея b, $M_\oplus$	Радиус Трея b, $R_\oplus$	Расстояние Трея b от звезды, а. е.	Масса Трея c, $M_\oplus$	Радиус Трея c, $R_\oplus$	Расстояние Трея c от звезды, а. е.	Масса Трея d, $M_\oplus$	Радиус Трея d, $R_\oplus$	Расстояние Трея d от звезды, а. е.	Радиус звезды, $R_\odot$	Масса звезды, $M_\odot$	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

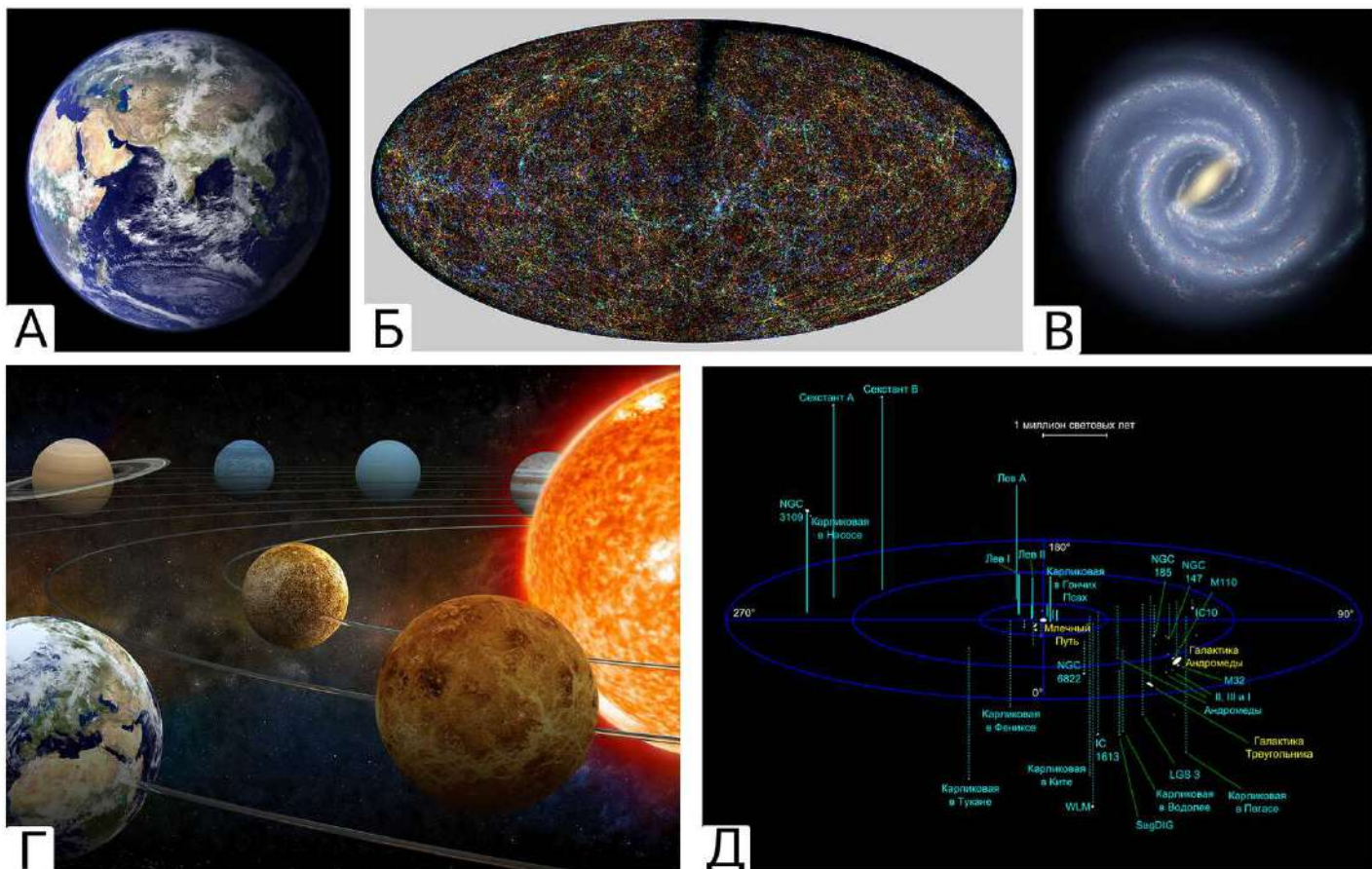
Решение.

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!

