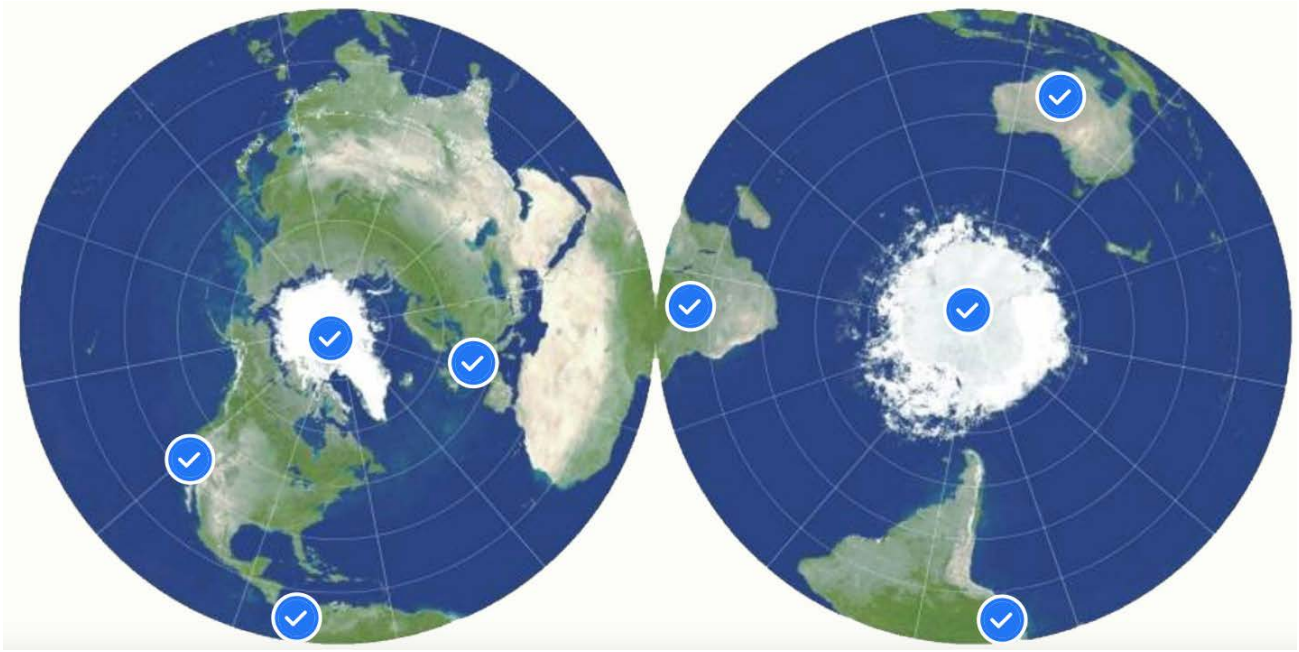
Максимальное количество баллов за олимпиаду — 80

Задание 1. На карте Земли отмечены некоторые точки.

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

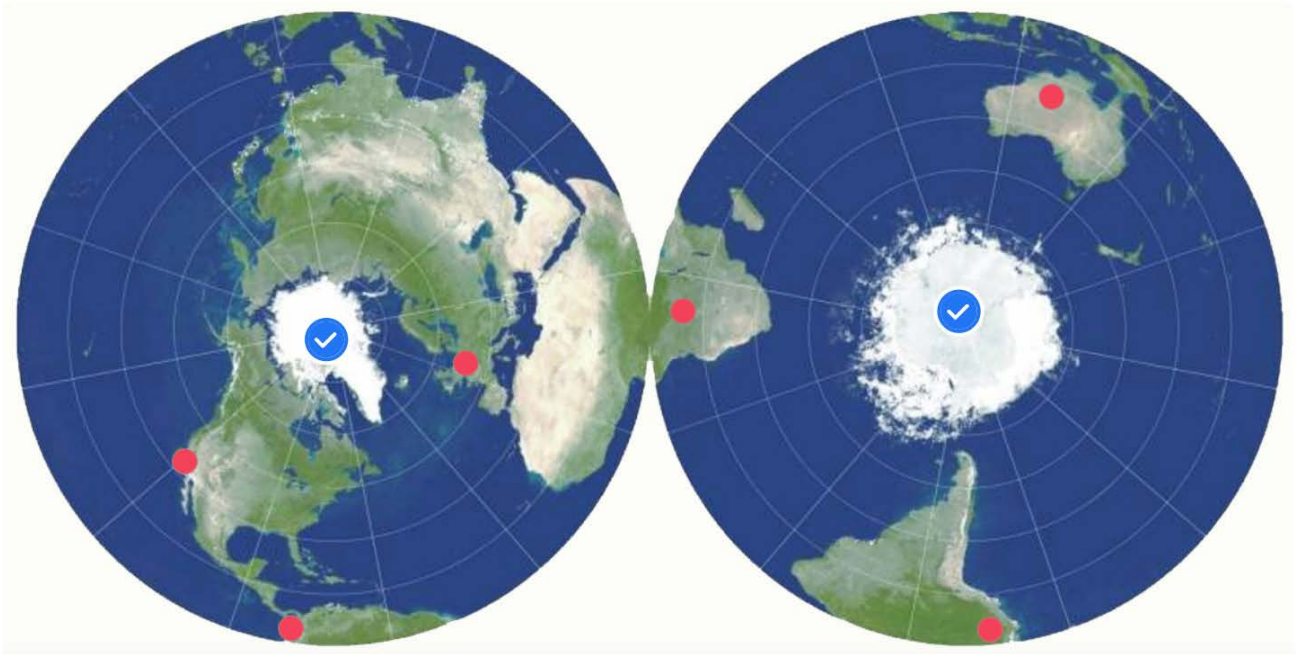
Ответ:



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

б) В каких точках бывает полярный день?

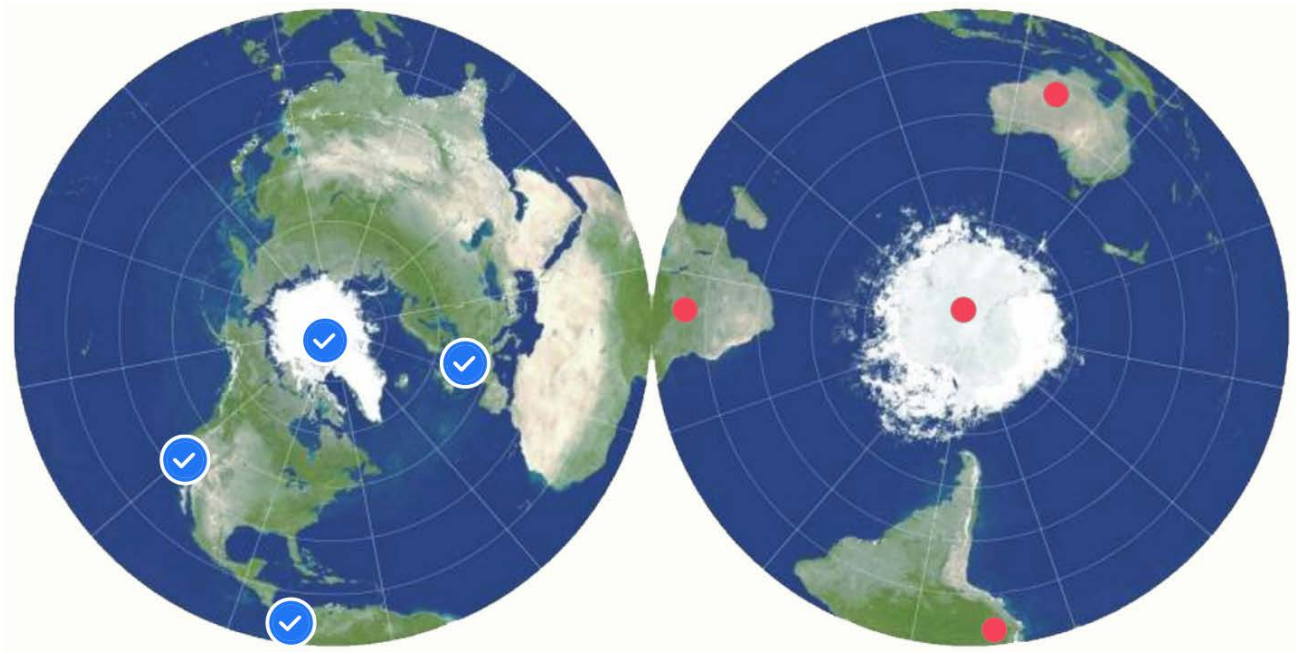
Ответ:



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

в) Из каких точек можно увидеть Полярную звезду?

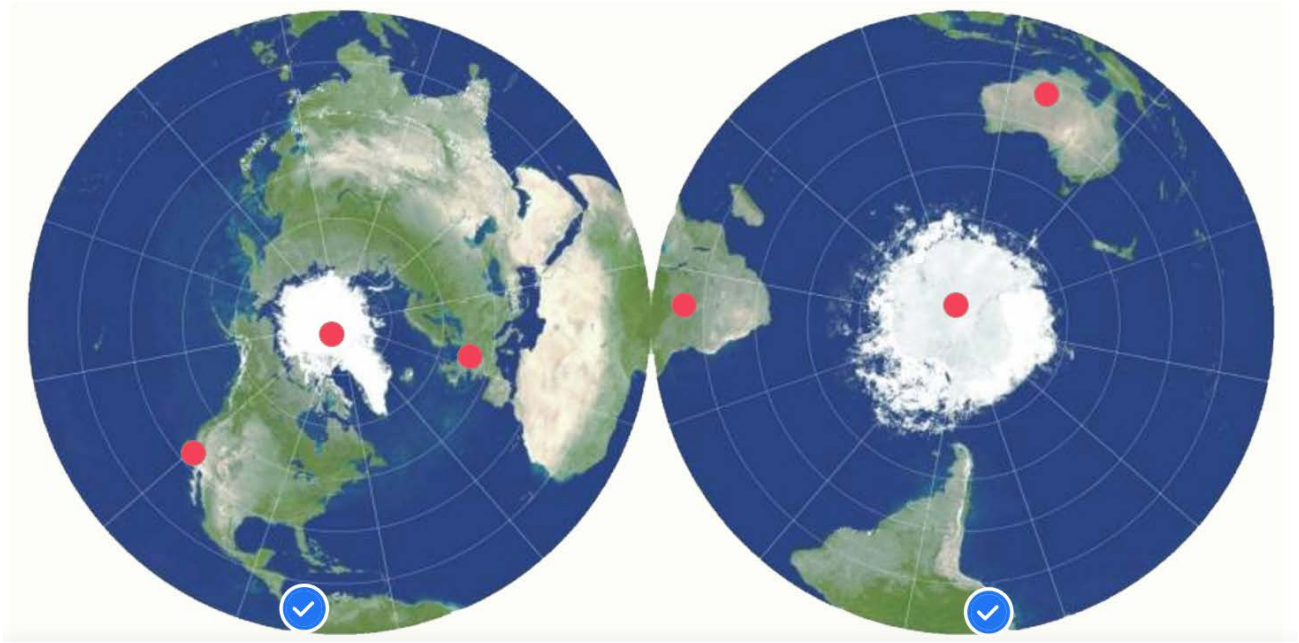
Ответ:



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).

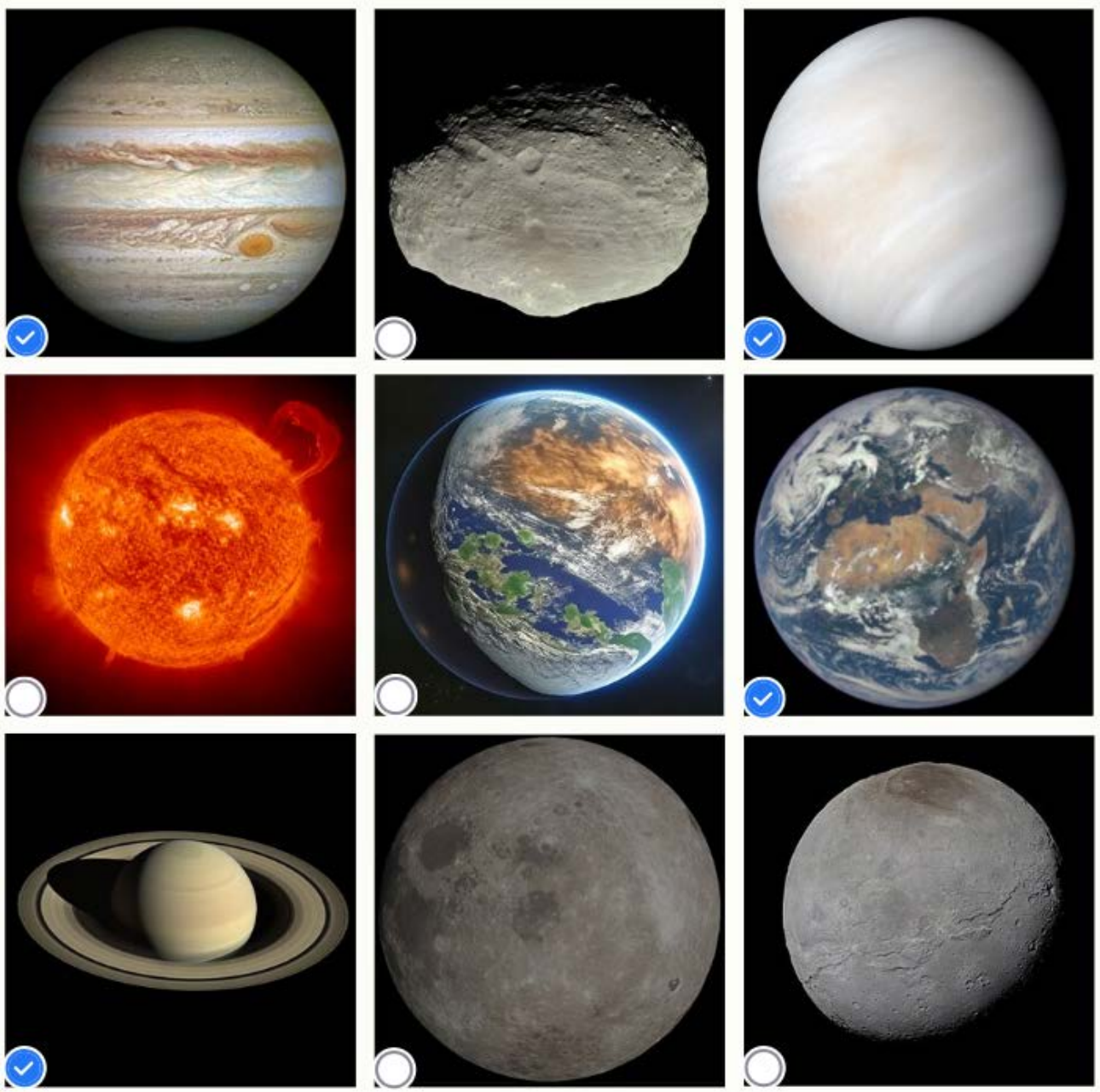
Далее необходимо рассмотреть координатную сетку на картах полушарий. От полюса до экватора 90°, которые разделены параллелями на 6 равных частей по 15°, и можно заметить, что в пределах 23.5° от полюсов находятся только две отмеченные точки. Следующий ближайший к полюсу пункт отстоит от него примерно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

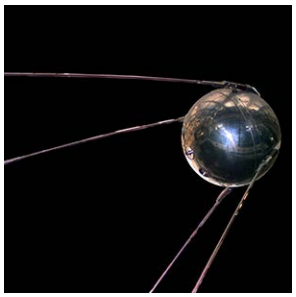
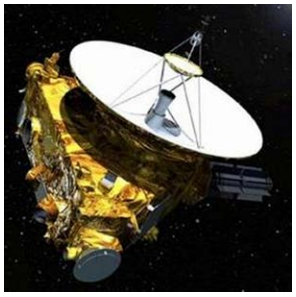
Максимальный балл за задание — 8

Решение.

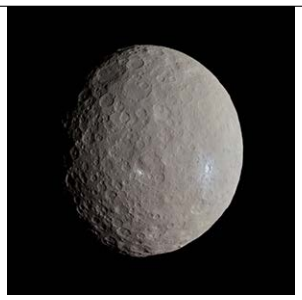
Объекты, представленные в задании (слева направо, сверху вниз): Юпитер, Астероид Веста, Венера, Солнце, ИИ-изображение экзопланеты Gliese – 581d, Земля, Сатурн, Луна, Спутник Плутона Харон.

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	

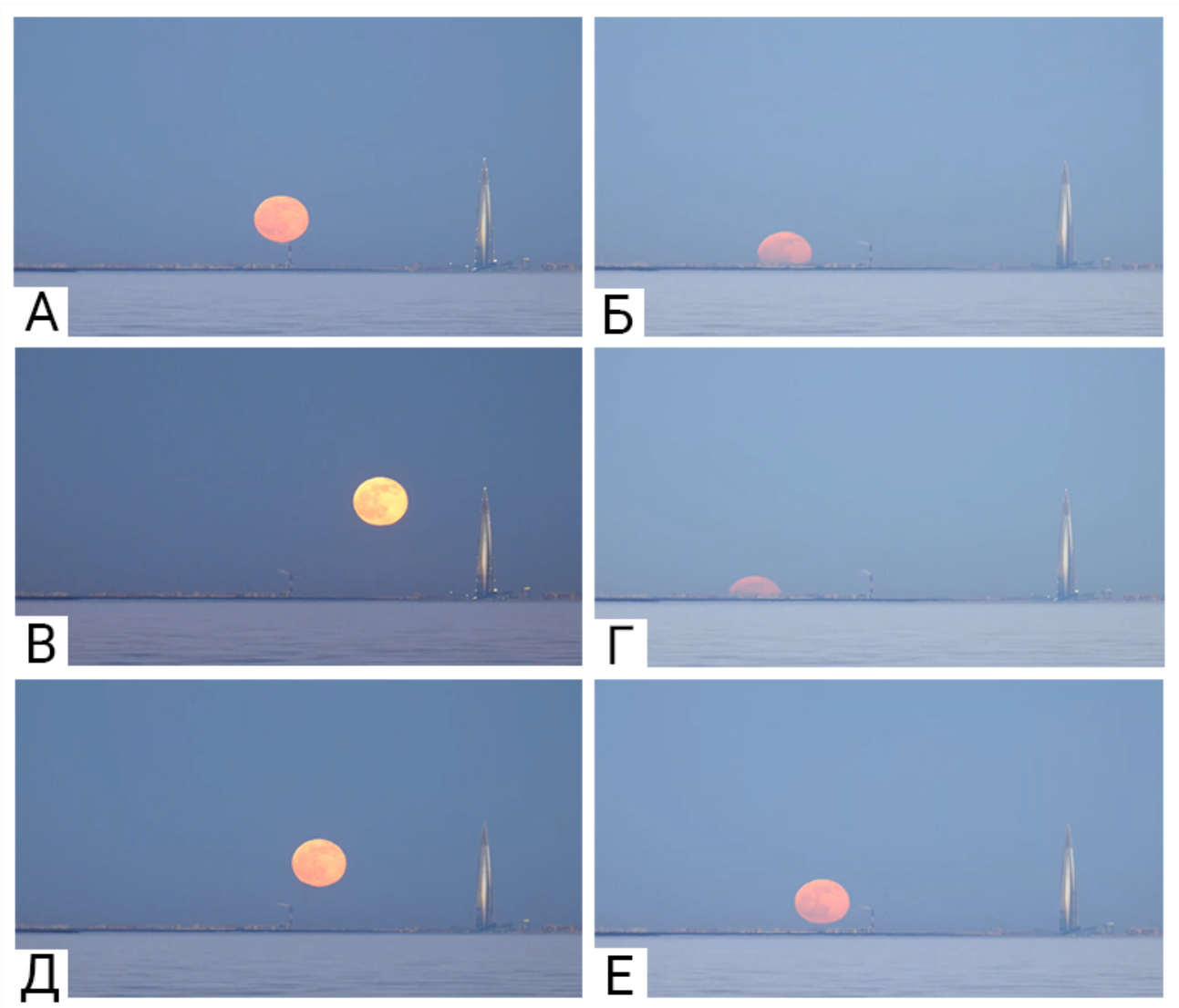
Критерий оценивания: точное совпадение ответа — 4 балла. За каждую ошибку снимается 1 балл. Более 3 ошибок — 0 баллов

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, Лютеция 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.

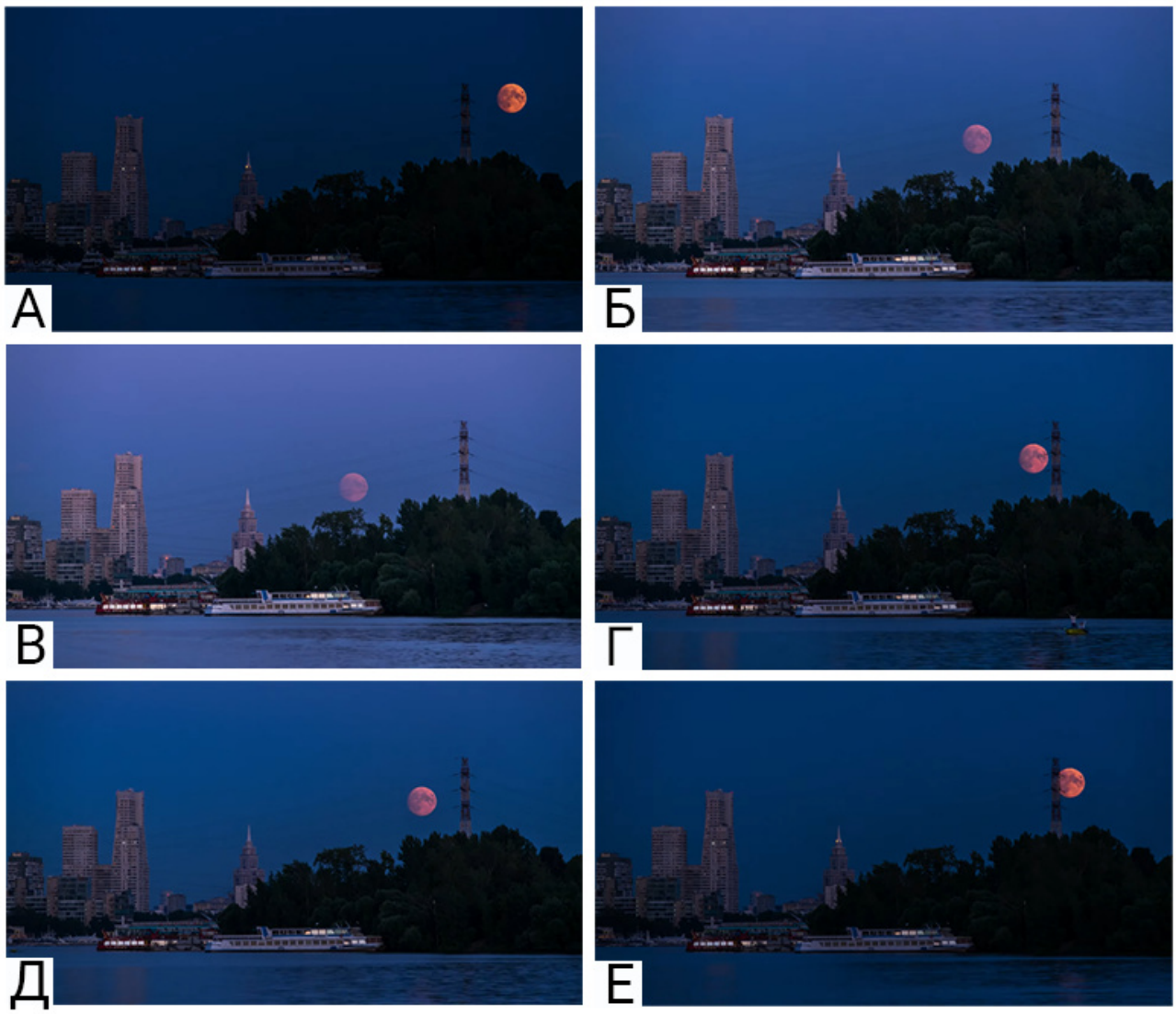
а) Картинки необходимо выстраивать в порядке увеличения высоты Луны над линией горизонта.

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.

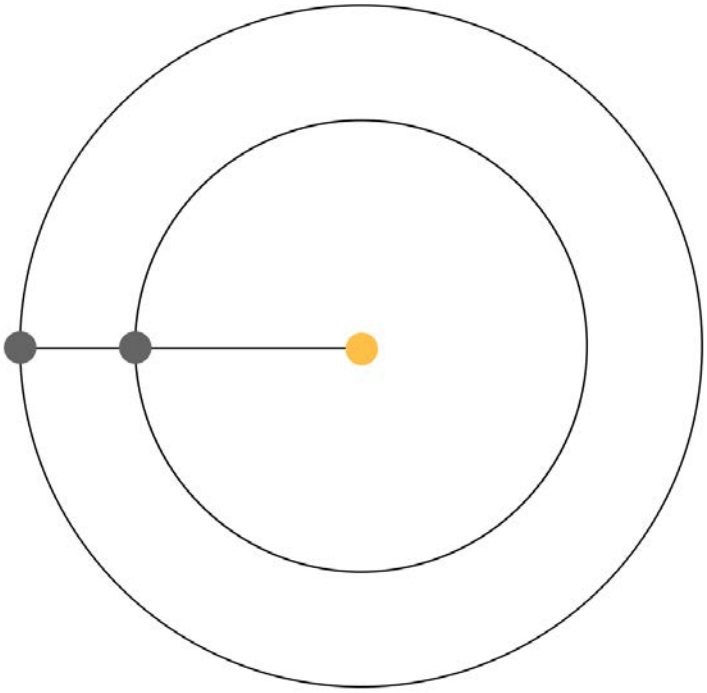
Альтернативное решение:

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): $r = 1$ а. е. $- 0.72$ а. е. $= 0.28$ 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:

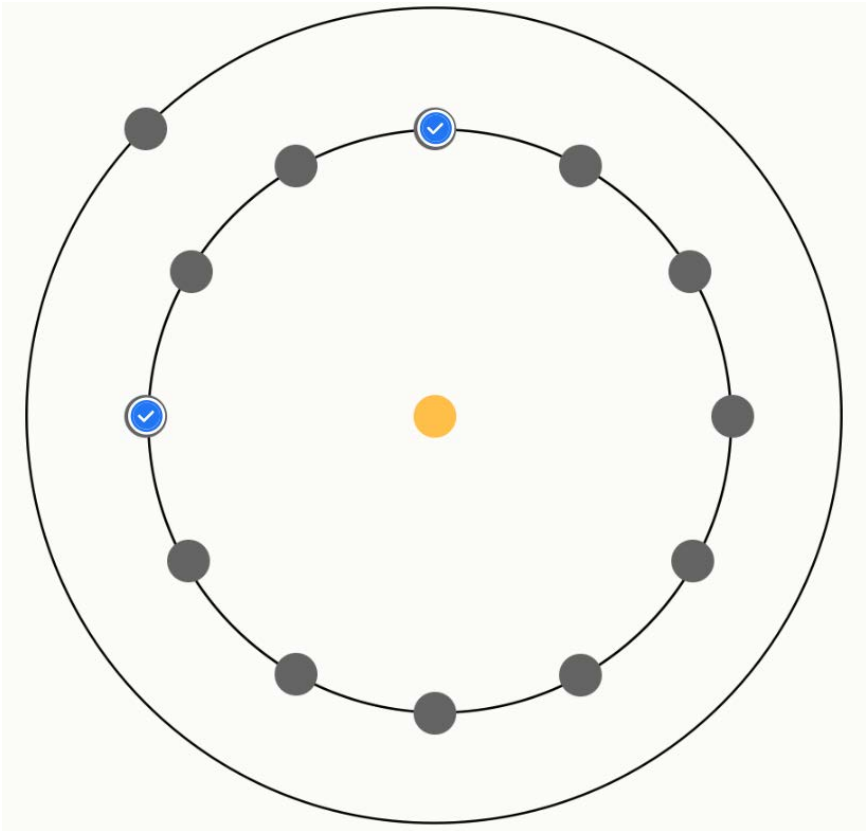
Одну астрономическую единицу свет проходит за $\dfrac{140 \text{ млн}}{300\,000 \text{ км/с}} \approx 500$ с. А расстояние в 0.28 а. е. свет или сигнал проходит за $0.28 \cdot 500$ сек $= 140$ сек ≈ 2.3 минуты.

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!