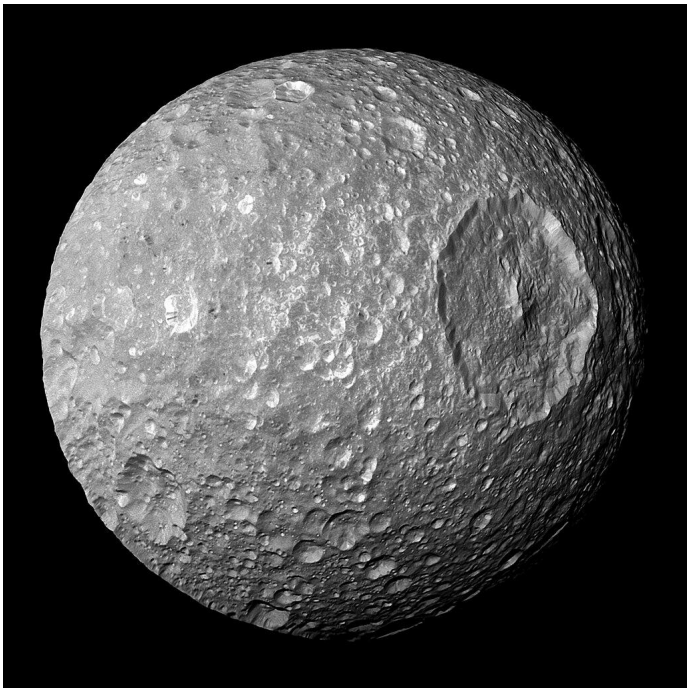
Максимальное количество баллов за олимпиаду — 100

Задание 1.

а) Какой объект изображён на фото[1]?



- Луна
- Мимас
- Звезда Смерти
- Планета PA-99-$N2b$

б) Определите диаметр кратера (справа от центра диска), если диаметр объекта составляет 400 км. Ответ выразите в километрах, округлите до целых.

в) Возле какого небесного тела обращается этот объект?

- Звезда PA-99-$N2$
- Сатурн
- Татуин
- Земля

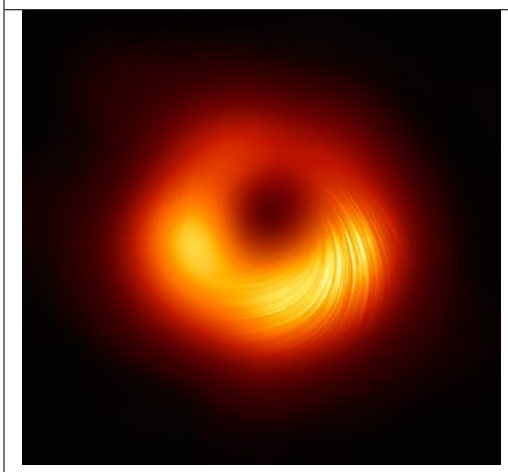
г) Какая автоматическая межпланетная станция передала изображение этого спутника на Землю?

- Вояджер-2
- Галилео
- Кассини
- Венера-5

[1]NASA / Wikimedia Commons. — `https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mimas_Cassini.jpg`

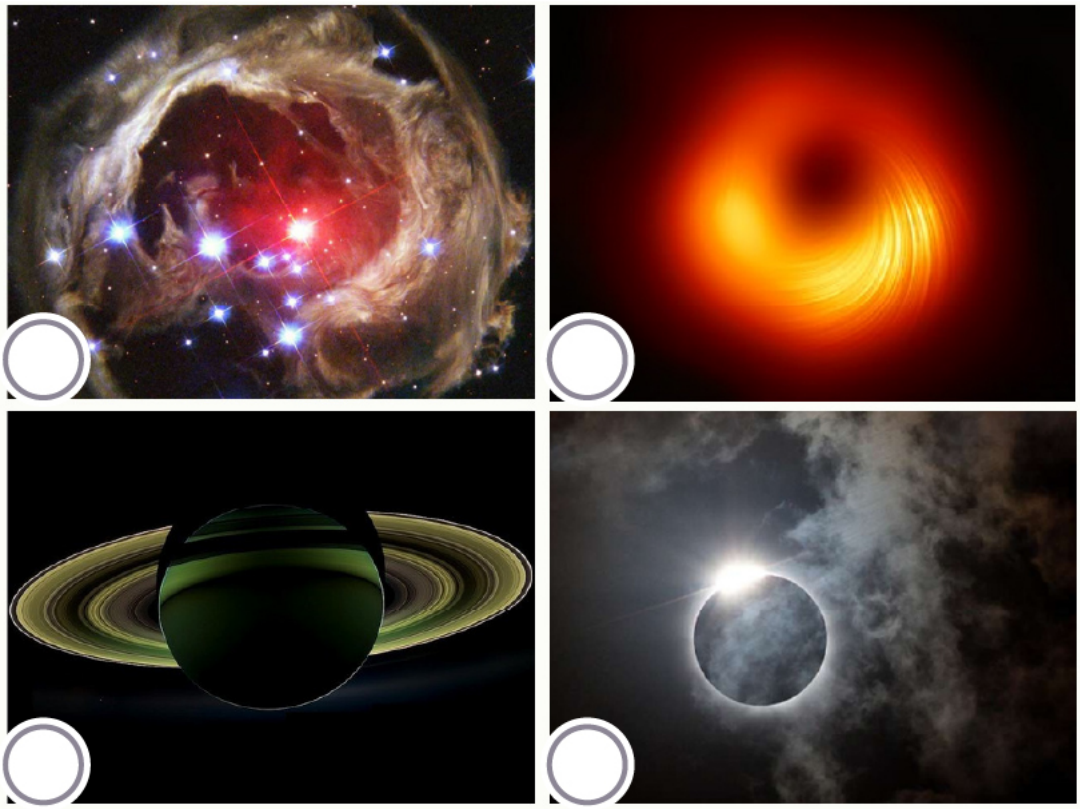
Задание 2.

а) Установите соответствие между изображениями и их описаниями.

Изображение	Описание
1	Спиральная галактика
 2	Лунное затмение
3	Яркий диск вокруг чёрной дыры
4	Планета
	Сброшенная оболочка переменной звезды
	Солнечное затмение
	Астероид

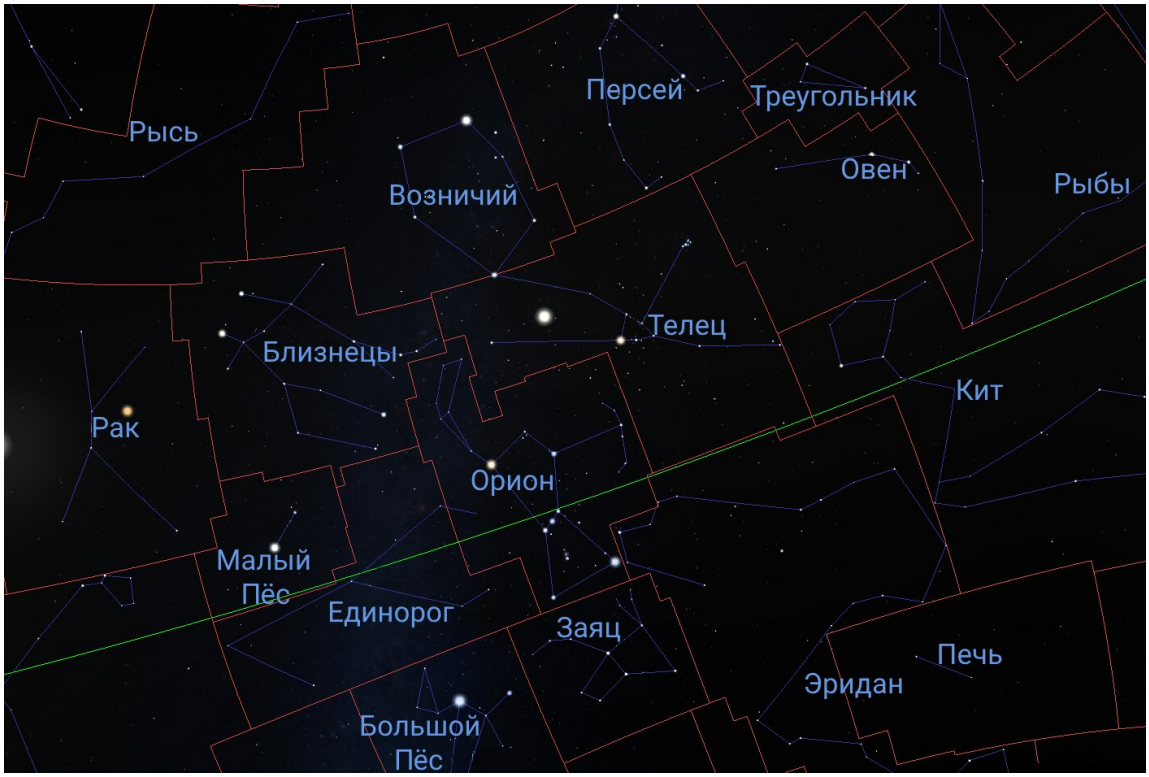
[1]Изображение: Hubble Heritage Team / NASA. — https://apod.nasa.gov/apod/ap051127.html
[2]Изображение: EHT / ESO. — https://www.eso.org/public/images/eso2105a/
[3]Изображение: Юрий Белецкий, ESO / Астронет. — https://www.astronet.ru/db/msg/1275313
[4]Изображение: Люси Орлоски / Астронет. — https://www.astronet.ru/db/msg/1273037

б) На каком из изображений запечатлён самый удалённый от Земли объект?



Задание 3. Вариант 1.

Дана иллюстрация из электронного планетария.



Зелёной линией отмечен небесный экватор.

а) Какие созвездия находятся над горизонтом в Москве больше 12 часов в течение суток?

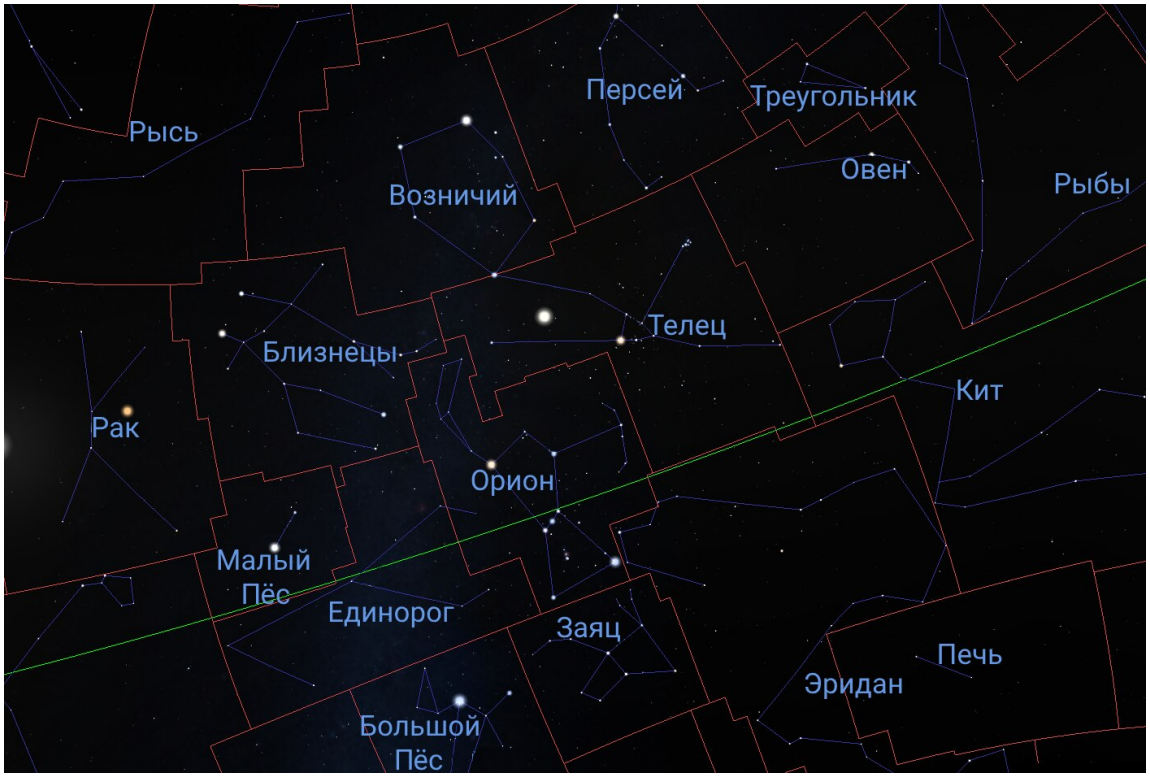
- Возничий
- Заяц
- Персей
- Треугольник
- Печь
- Большой Пёс

б) Какие созвездия Солнце **НЕ** посещает в видимом годичном движении по небу?

- Возничий
- Близнецы
- Рак
- Телец
- Малый Пёс
- Рыбы

Задание 3. Вариант 2.

Дана иллюстрация из электронного планетария.



Зелёной линией отмечен небесный экватор.

а) Какие созвездия находятся над горизонтом в Москве больше 12 часов в течение суток?

- Рак
- Заяц
- Овен
- Рысь
- Печь
- Большой Пёс

б) Какие созвездия Солнце **НЕ** посещает в видимом годичном движении по небу?

- Возничий
- Близнецы
- Рак
- Телец
- Малый Пёс
- Рыбы

Задание 4. Вариант 1.

а) В галактике Млечный Путь примерно 200 миллиардов звёзд. Сколько лет потребуется, чтобы сосчитать все звёзды, если считать по одной звезде каждую секунду?

б) Светимость галактики составляет 10^{11} светимостей Солнца. Сколько энергии излучает эта галактика за год, если светимость Солнца $3.8 \cdot 10^{26}$ Вт? Определите порядок числа, записанного в стандартном виде:

Матрица параметров к вариантам задания 4.
Пункт а)

№ варианта	Количество звёзд, 10^9
1	200
2	150
3	160
4	170
5	180
6	190
7	210
8	220
9	230
10	240
11	250

Задание 5. Вариант 1.

Даны параметры трёх внесолнечных планет, движущихся по круговым орбитам в одной плоскости вокруг звезды Глизе 876.

Название планеты	Радиус орбиты, а. е.	Масса планеты в массах Юпитера
Глизе 876 d	0.021	0.33
Глизе 876 c	0.134	0.74
Глизе 876 e	0.345	0.05

а) Установите соответствие между планетами и их характеристиками.

Глизе 876 d	Имеет наибольший период движения по орбите
Глизе 876 c	Имеет наибольшую скорость движения по орбите
Глизе 876 e	

б) В каких конфигурациях планета c может наблюдаться с планеты e?

- Нижнее соединение
- Противостояние
- Наибольшая восточная элонгация
- Западная квадратура

в) Определите отношение значений кинетической энергии планет c и e. Ответ округлите до целых.

г) Во сколько раз больше энергии от звезды на каждый квадратный метр поверхности приходит на планету d по сравнению с планетой c? Ответ округлите до целых.

Задание 5. Вариант 2.

Даны параметры трёх внесолнечных планет, движущихся по круговым орбитам в одной плоскости вокруг звезды Глизе 876.

Название планеты	Радиус орбиты, а. е.	Масса планеты в массах Юпитера
Глизе 876 d	0.021	0.33
Глизе 876 c	0.134	0.74
Глизе 876 e	0.345	0.05

а) Установите соответствие между планетами и их характеристиками. *В этом задании используются не все варианты ответа из левого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы.*

Глизе 876 d	Имеет наибольшую скорость движения по орбите
Глизе 876 c	Имеет наименьший период движения по орбите
Глизе 876 e	

б) В каких конфигурациях планета e может наблюдаться с планеты d?

- Противостояние
- Нижнее соединение
- Западная квадратура
- Наибольшая восточная элонгация

в) Определите отношение значений кинетической энергии планет d и c. Ответ округлите до целых.

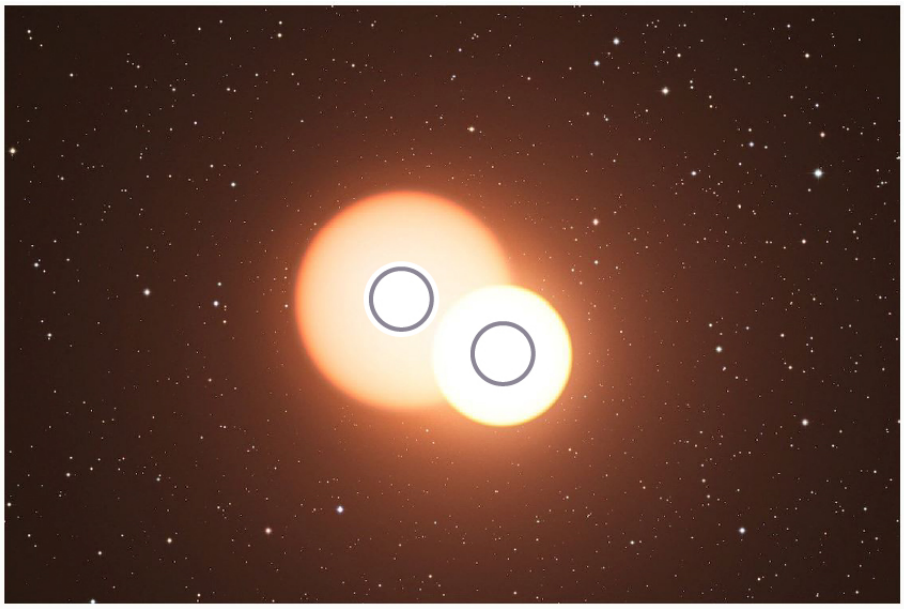
г) Во сколько раз больше энергии от звезды на каждый квадратный метр поверхности приходит на планету d по сравнению с планетой e? Ответ округлите до целых.

Задание 6. Вариант 1.

а) Выберите верные утверждения:

- Жёлтый карлик — более горячая звезда, чем красный сверхгигант.
- В Млечном Пути существует рассеянное скопление возрастом более 15 млрд лет.
- Самое близкое к Солнцу шаровое скопление находится на расстоянии менее 1.3 парсека.
- Звёзды с массой больше солнечной в конце своей эволюции могут образовывать нейтронные звёзды.
- Современные оптические приборы позволяют рассмотреть пятна на поверхности звёзд на расстояниях более 2.3 килопарсека.
- Невооружённым глазом можно увидеть несколько галактик.

б) Отметьте на изображении[1] звезду с более высокой температурой фотосферы.



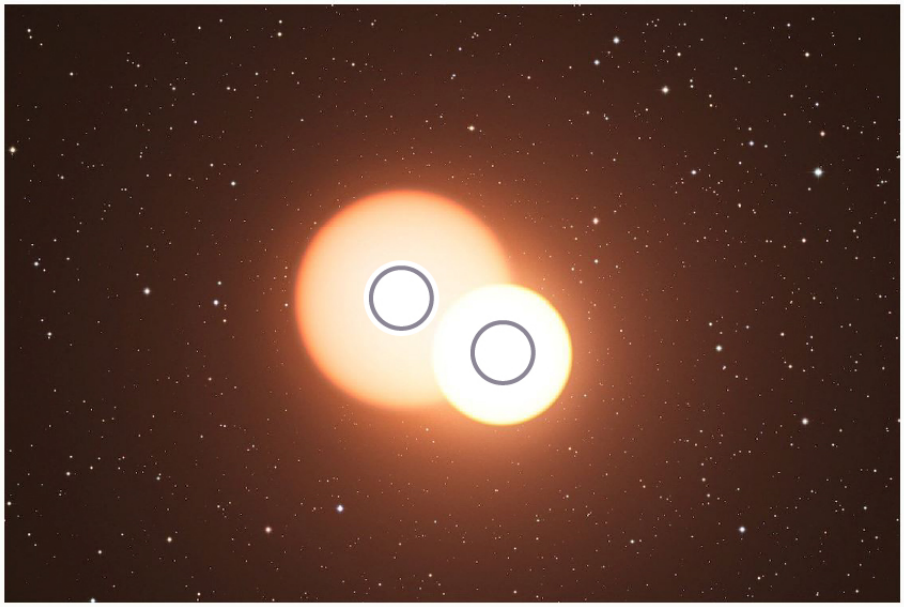
Задание 6. Вариант 2.

а) Выберите верные утверждения:

- Красный карлик — более горячая звезда, чем жёлтый карлик.
- В Млечном Пути существует шаровое скопление возрастом более 1 млрд лет.
- Самое близкое к Солнцу шаровое скопление находится на расстоянии менее 30 килопарсеков.
- Звёзды с массой порядка солнечной в конце своей эволюции могут образовывать белые карлики.
- Современные оптические приборы позволяют рассмотреть пятна на поверхности звёзд на расстояниях более 10 килопарсеков.
- Невооружённым глазом можно увидеть около ста галактик.

[1]Изображение: Stargazing Ireland. — `https://stargazingireland.com/astronomy-targets/stars-constellations/binary-stars/`

б) Отметьте на изображении звезду с более высокой температурой фотосферы.



Задание 7. Вариант 1.

Даны значения масс внесолнечных планет и звёзд, вокруг которых эти планеты движутся.

Название планеты	Масса звезды в массах Солнца	Масса планеты в массах Юпитера
CoRoT-1 b	0.95	1.03
CoRoT-2 b	0.97	3.28
HAT-P-1 b	1.13	0.53
HAT-P-9 b	1.28	0.78
KELT-3 b	1.28	1.46

а) Отношение массы какой планеты к массе звезды наибольшее?

- CoRoT-1 b
- CoRoT-2 b
- HAT-P-1 b
- HAT-P-9 b
- KELT-3 b
- Невозможно определить

б) У какой планеты наибольшая средняя плотность?

- CoRoT-1 b
- CoRoT-2 b
- HAT-P-1 b
- HAT-P-9 b
- KELT-3 b
- Невозможно определить

Даны значения радиусов орбит некоторых планет и радиусов звёзд, вокруг которых эти планеты движутся.

Название планеты	Радиус орбиты планеты в а. е.	Радиус звезды в радиусах Солнца
CoRoT-1 b	0.025	1.3
CoRoT-2 b	0.028	0.94
HAT-P-1 b	0.055	1.1
HAT-P-9 b	0.053	1.3
KELT-3 b	0.041	1.6

в) При наблюдении с какой планеты видимый угловой размер звезды будет наибольшим?

- CoRoT-1 b
- CoRoT-2 b
- HAT-P-1 b
- HAT-P-9 b
- KELT-3 b

г) Названия экзопланет состоят из названий звёзд, вокруг которых они обращаются, и латинских букв-индексов. Что значит индекс «b» в названиях экзопланет?

- Это первые открытые или ближайшие к своим звёздам экзопланеты.
- «b» значит big (большой).
- Индексы присваиваются случайным образом.
- «b» значит bright (яркий).

д) Сравните вес леща на поверхности планеты CoRoT-7 b (масса равна 7 массам Земли, радиус равен 1.6 радиуса Земли) с весом горбатого кита на поверхности малой планеты Паллада (масса 0.00003 массы Земли, радиус 0.04 радиуса Земли). Масса леща составляет 3 кг, масса горбатого кита составляет 30 тонн. Известно, что ускорение свободного падения прямо пропорционально массе тяготеющего тела и обратно пропорционально квадрату его радиуса. При расчёте делите меньший вес на больший. Ответ округлите до десятитысячных.

Задание 7. Вариант 2.

Даны значения масс внесолнечных планет и звёзд, вокруг которых эти планеты движутся.

Название планеты	Масса звезды в массах Солнца	Масса планеты в массах Юпитера
CoRoT-1 b	0.95	1.03
CoRoT-2 b	0.97	3.28
HAT-P-1 b	1.13	0.53
HAT-P-9 b	1.28	0.78
KELT-3 b	1.28	1.46

а) Отношение массы какой планеты к массе звезды наименьшее?

- CoRoT-1 b
- CoRoT-2 b
- HAT-P-1 b
- HAT-P-9 b
- KELT-3 b
- Невозможно определить

б) У какой планеты наибольшая средняя плотность?

- CoRoT-1 b
- CoRoT-2 b
- HAT-P-1 b
- HAT-P-9 b
- KELT-3 b
- Невозможно определить

Даны значения радиусов орбит некоторых планет и радиусов звёзд, вокруг которых эти планеты движутся.

Название планеты	Радиус орбиты планеты в а. е.	Радиус звезды в радиусах Солнца
CoRoT-1 b	0.025	1.3
CoRoT-2 b	0.028	0.94
HAT-P-1 b	0.055	1.1
HAT-P-9 b	0.053	1.3
KELT-3 b	0.041	1.6

в) При наблюдении с какой планеты видимый угловой размер звезды будет наименьшим?

- CoRoT-1 b
- CoRoT-2 b
- HAT-P-1 b
- HAT-P-9 b
- KELT-3 b

г) Названия экзопланет состоят из названий звёзд, вокруг которых они обращаются, и латинских букв-индексов. Что значит индекс «b» в названиях экзопланет?

- Это первые открытые или ближайшие к своим звёздам экзопланеты.
- «b» значит big (большой).
- Индексы присваиваются случайным образом.
- «b» значит bright (яркий).

д) Сравните вес окуня на поверхности планеты CoRoT-7 b (масса равна 7 массам Земли, радиус равен 1.6 радиуса Земли) с весом горбатого кита на поверхности карликовой планеты Церера (масса 0.00016 массы Земли, радиус 0.07 радиуса Земли). Масса окуня составляет 3 кг, масса горбатого кита составляет 30 тонн. Известно, что ускорение свободного падения прямо пропорционально массе тяготеющего тела и обратно пропорционально квадрату его радиуса. При расчёте делите меньший вес на больший. Ответ округлите до десятитысячных.

Задание 8. Вариант 1.

Наблюдатель в Санкт-Петербурге (широта 60° с. ш.) увидел в направлении юга звезду на высоте 5° над горизонтом. Ответьте на вопросы.

а) Может ли эта звезда быть невосходящей для Санкт-Петербурга?	Да
б) Может ли эта звезда быть незаходящей для Санкт-Петербурга?	Нет
в) Можно ли увидеть эту звезду на Северном полюсе?	Недостаточно данных

г) Определите высоту такой звезды для наблюдателя на Северном полюсе. Ответ выразите в градусах, округлите до целых.

Матрица параметров к вариантам задания 8.

№ варианта	h,°
1	5
2	6
3	7
4	8
5	9
6	10
7	11
8	12
9	13
10	14
11	15
12	16
13	17
14	18
15	19
16	20

Задание 9. Вариант 1.

Как известно, в 1929 году Эдвин Хаббл открыл расширение Вселенной. Закон, который впоследствии был назван в его честь, связывает расстояние r до далёкой галактики и скорость v её удаления от наблюдателя:

$$v = H_0 r,$$

где $H_0 = 70$(км/с)/Мпк — некоторая константа, одинаковая для всех точек Вселенной в данный момент времени.

а) С какой скоростью удаляется от Земли галактика, находящаяся на расстоянии 12 Мпк? Ответ выразите в км/с, округлите до целых.

б) Непосредственно скорость удаления галактик измерить не получится, поэтому астрономы наблюдают смещение спектральных линий в излучении этих галактик — подобие эффекта Доплера, из-за которого мы слышим изменение частоты звука, издаваемого движущимся автомобилем. Красное смещение z связано со скоростью v удаления галактики:

$$z = \frac{v}{c},$$

где $c = 300\,000$ км/с — скорость света. Определите скорость удаления галактики R_1 с красным смещением $z = 0.05$. Ответ выразите в км/с, округлите до целых.

в) Определите расстояние до галактики R_1. Ответ выразите в мегапарсеках, округлите до целых.

Матрица параметров к вариантам задания 9.

№ варианта	r, Мпк	z
1	12	0.05
2	10	0.06
3	11	0.07
4	13	0.08
5	14	0.09
6	15	0.01
7	16	0.11
8	17	0.12
9	18	0.13
10	19	0.14
11	20	0.15
12	21	0.05
13	22	0.06
14	23	0.07
15	24	0.08
16	25	0.09
17	26	0.1
18	27	0.11
19	28	0.12
20	29	0.13
21	30	0.14

Задание 10.

Установите соответствие между названиями эффектов и их возможными проявлениями.

Атмосферная рефракция	Появление концентрических окружностей в фокальной плоскости при наблюдении точечных объектов
Дифракция света	Уменьшение наблюдаемой яркости звёзд
Поглощение света	Изменение видимого положения объекта относительно удалённого фона при смещении точки наблюдения
Параллакс	Увеличение высоты светила за счёт преломления в атмосфере световых лучей