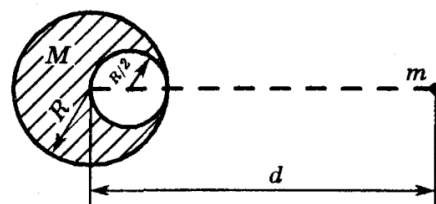


10 класс

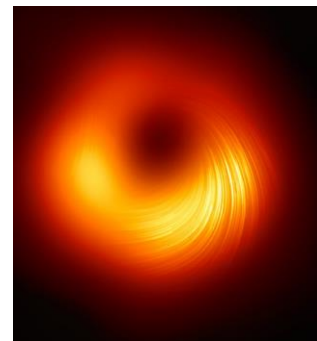
Задание 1. История создания водяных часов (клепсидра) начинается в Древней Персии и Китае около 2500–1600 года до нашей эры. Они состояли из двух разных емкостей с водой. Верхний сосуд наполняли жидкостью, которая медленно, по капле, вытекала, уровень её понижался, и по делениям на поверхности сосуда определяли время. Оцените, с какой скоростью вытекает жидкость из маленького отверстия у дна сосуда, если высота уровня жидкости относительно дна сужающегося сосуда равна H . Докажите, основываясь на физических и математических закономерностях, необходимость использования представленной формы верхнего сосуда с жидкостью для точного отсчета времени. Укажите необходимые условия (условие), при которых (котором) водяные часы являются точными.



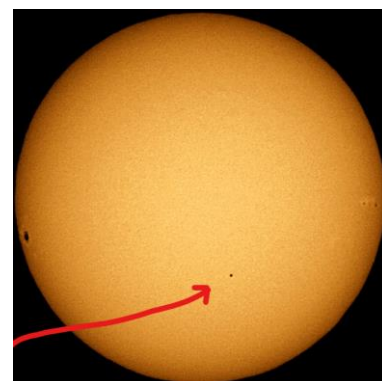
Задание 2. В 1995 году была открыта первая внесолнечная планета Эпикур (типа Юпитера) у звезды 51 Пегас, а в 2011 году благодаря телескопу «Хаббл» открыта первая экзопланета размером меньше Земли в обитаемой зоне (Kepler22b). На сегодняшний день количество экзопланет превышает несколько тысяч. Каждое открытие уникально и позволяет развиваться планетной космогонии. Пусть существует экзопланета массой M и радиусом R , в которой имеется сферическая полость радиуса $R/2$, расположенная так, как показано на рисунке. Определите, с какой силой будет притягиваться небольшой искусственный спутник массой m , движущийся по круговой орбите радиуса d вокруг данной экзопланеты.



Задание 3. Эллиптическая галактика М 87 в созвездии Девы была открыта Шарлем Мессье в 1781 году. В центре галактики находится сверхмассивная черная дыра, которая делает ядро активным. На рисунке изображен джет, выбрасываемый из ядра на расстояние порядка 1500 парсек. Сама черная дыра впервые сфотографирована 10 апреля 2019 года Телескопом Горизонт Событий. Галактика — ярчайший источник радиоизлучения. Масса галактики М87 составляет порядка $3 \cdot 10^{12}$ масс Солнца, а её угловой диаметр превышает $7'$ при расстоянии до галактики 55 миллионов световых лет. Найдите среднюю плотность галактики М 87.



Задание 4. Прохождение Меркурия по диску Солнца — редкое астрономическое явление. Первое наблюдение прохождения Меркурия по диску Солнца, научно предсказанное Иоганном Кеплером за два года до этого, провел Пьер Гассенди 7 ноября 1631 года. Последний раз оно наблюдалось 11 ноября 2019 года, а следующее наступит лишь в 2032 году 13 ноября. Оно будет хорошо видно в Европейской части России. Для его наблюдения телескоп должен быть оснащен солнечным экраном, на котором получают изображение Солнца. Пусть диаметр нашего светила



составил 15 см. Определите, какого диаметра на этом экране будет пятно — изображение Меркурия. Изобразите взаимное расположение планет и Солнца для рассматриваемого момента. Считайте, что во время наблюдения явления Меркурий располагается в афелии своей орбиты, а орбита Земли круговая.

Задание 5. Одной из самых удачных попыток выразить продолжительность тропического года в виде целого числа солнечных суток стал юлианский календарь — древнеримский солнечный календарь, предшественник современного григорианского календаря. Введенный с 1 января 45 г. до н.э., только к 16 веку он стал отставать от реальной смены сезонов года. С этого периода начался постепенный переход к григорианскому календарю. Сейчас «старый» Новый год или 1 января по юлианскому календарю приходится уже на 14 января. Определите, в каком году впервые можно будет встречать «старый» Новый год 29 февраля. Подробно опишите свои рассуждения.

Задание 6. 14 октября 2023 года на Земле наблюдается кольцообразное солнечное затмение в 18 ч по Всемирному времени. 28 октября 2023 года в 20 ч по Всемирному времени наблюдается частное лунное затмение. Определите, в какой день октября 2023 года и в какое время (по Всемирному времени) Луна наблюдается в фазе первой четверти.



Справочные данные

Среднее расстояние от Земли до Солнца	$1 \text{ a.e.} = 150 \text{ млн. км}$
Среднее расстояние от Марса до Солнца	$1,52 \text{ a.e.}$
Эксцентриситет Меркурия	$0,2056$
Большая полуось Меркурия	$0,3871 \text{ a.e.}$
Диаметр Солнца	$1,39 \cdot 10^6 \text{ км}$
Диаметр Меркурия	$4879,4 \text{ км}$
Масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$