**7.4.** Чёрная дыра – это область пространства, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже кванты света. По одной из моделей, радиус черной дыры задается формулой:

,

где *G* = 6,67**.**10–11 м3с–2кг–1 – гравитационная постоянная, *с* = 3**.**108 м/с – скорость света в вакууме, *M* – масса черной дыры. Объем шара: .

Определите, во сколько раз средняя плотность *ρ*ср вещества внутри сверхмассивной черной дыры Лебедь А, масса которой в 1 миллиард раз больше массы Солнца, отличается от плотности жидкой воды *ρ*в = 1 г/см3? Масса Солнца *MС* = 2**.**1030 кг.

*Решение.*

Рассмотрим черную дыру как шар радиуса *Rg*. Тогда ее средняя плотность равна:

, (1)

где  кг3/ м3 – размерная константа.

Найдем массу черной дыры Лебедь А:

 кг. (2)

Подставляя (2) в (1), получим

*ρср* = 7,3**.**1079 кг3/ м3 / (2**.**1039 кг)2 ≈ 18,3 кг/м3. (3)

Следовательно, плотность воды *больше* средней плотности черной дыры в

1000 кг/м3 / 18,3 кг/м3 ≈ 54,8 раза.

*Разбалловка*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Критерий** | **Баллы** |
| 1 | Получена зависимость (1) для средней плотности черной дыры от её массы | 2 |
| 2 | Явно или неявно вычислен размерный коэффициент  кг3/ м3 | 3 |
| 3 | Найдена масса черной дыры 2**.**1039 кг | 1 |
| 4 | Найдено числовое значение для плотности черной дыры 18,3 кг/м3. Допустимы значения порядка 18-20 кг/м3. | 2 |
| 5 | Получен вывод, что плотность воды больше средней плотности сверхмассивных черных дыр | 1 |
| 6 | Получено численное значение отношения 54,8 (допустимо 50-60). | 1 |
|  | **Сумма** | **10** |