

Краткий отчет НИРС по теме Физика темных атомов скрытой массы Вселенной

Поляков А.В

Согласно современным представлениям темная материя не является барионной, состоит из стабильных частиц и составляет 25% массы вселенной. Кандидатами на роль темной материи могут быть слабо взаимодействующие массивные частицы (WIMP), однако это не единственный способ разрешить эту проблему. Например частицы темной материи могут иметь электрический заряд и связываться в тяжелые темные атомы обычным кулоновским взаимодействием. Эти особые частицы не могут иметь заряды -1 и $+1$, так как иначе частицы с зарядом $+1$ будут связываться с электронами, образуя аномальные изотопы электроны, а частицы с зарядом -1 с первичным гелием, создавая ион с зарядом $+1$, который так же будет образовывать аномальные изотопы водорода. Однако эту проблему можно избежать если эти частицы O^{--} обладают зарядом -2 и их количество преобладает над их античастицами. Первичный гелий, который образовался в результате нуклеосинтеза Большого взрыва захватывает все частицы O^{--} и образует О-гелий OHe , (${}^4He^{++}O^{--}$).

В данной модели $m_O \gg m_{He}$, где m_O – масса O^{--} , а m_{He} – масса ядра Гелия. Данный атом имеет водородоподобную структуру и потому, пользуясь моделью атома Бора мы можем оценить ионизирующий потенциал как

$$I_O = \frac{\alpha^2 Z_{He}^2 Z_O^2 m_{He}}{2} \approx 1,6 \text{ МэВ}, \quad (1)$$

где α – постоянная тонкой структуры, $Z_{He} = Z_O = 2$. Так же мы можем оценить размер этого атома, как

$$R_O = \frac{1}{\alpha Z_{He} Z_O m_{He}} \approx 2 \cdot 10^{-13} \text{ см}. \quad (2)$$

Здесь и везде далее используется система единиц $\hbar = c = k = 1$.