

Домашнее задание по курсу «Космические лучи»

1. Принимая плотность энергии космических лучей постоянной во времени и равной плотности космических лучей около Земли, вычислить:
 - a. полную энергию космических лучей в Галактике;
 - b. среднее время жизни космических лучей в Галактике;
 - c. среднюю мощность источников космических лучей в Галактике.
2. Используя кривую вращения Галактики оценить плотность темной материи в окрестности Солнечной системы. Допустить любые разумные предположения при их обосновании.
3. Найти скорость движения Земли относительно реликтового излучения, если его средняя температура $T = 2.72548\text{K}$ и величина дипольной анизотропии $\Delta T = 0.00335\text{K}$.
4. Найти максимальную энергию ядра отдачи с массой M в детекторе, возникающего при взаимодействии с частицей WIMP с массой 1 ТэВ и скоростью $\beta = 10^{-3}$ (вывести формулу и получить численный ответ).
5. Во сколько раз увеличился размер Вселенной с момента возникновения реликтового микроволнового фона (спустя 380 000 лет после Большого взрыва) и до настоящего времени.
6. Показать, что при энергии заряженных π -мезонов ниже критической процесс распада для них становится преобладающим:
$$E_{\text{кр}} = m_{\pi}c^2 L/c\tau_0,$$
где $m_{\pi}c^2$ – масса пиона, τ_0 – собственное время жизни пиона, L - длина пробега относительно ядерного взаимодействия, c – скорость света.
Вычислить критическую энергию пионов для нижних слоёв атмосферы, где длина пробега относительно ядерного взаимодействия $\sim 0.6 \text{ км}$.
7. Определить энергию мюонов, способных вызвать излучение Вавилова –Черенкова в воздухе.
8. Определить среднюю напряженность магнитного поля нейтронной звезды, которая необходима для удержания и ускорения ядра ${}^{16}_8\text{O}$ до энергии 10^{19} эВ .
9. Оценить минимальную кинетическую энергию, которой должно обладать ядро ${}^{16}_8\text{O}$ для проникновения в Галактику к наблюдателю на Земле.
10. Найти пороговую энергию реакции
$${}^4_2\text{He} + \gamma \rightarrow {}^4_2\text{He} + p + \bar{p}$$
если $\varepsilon_{\gamma} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ эВ}$.
11. Найти пороговую энергию реакции
$$\nu_e + \gamma \rightarrow \nu_e + e^+ + e^-$$
если $\varepsilon_{\gamma} = 10^{-3} \text{ эВ}$.
12. Найти расстояние, на котором Вселенная остается прозрачной для фотонов с энергий 1 ПэВ .
13. Найти расстояние до источника нейтрино (СН II), если измеренный на Земле поток составил $10^9 \text{ част./см}^2\text{с}$. Принять полное энерговыделение на нейтрино 10^{55} эрг , высвободившееся за время 15 секунд , а среднюю энергию нейтрино равной 20 МэВ .