задачи по нуклеарна физика

Williams 12.18

Според теоријата на релативноста, за секоја честичка со вкупна енергија E, импулс p и маса m, можат да се запишат следните релации: $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$ и $v = pc^2/E$. На честичка чијашто маса на мирување е нула (и, според тоа, се движи со брзината на светлината, c), и треба време t_0 секунди да го помине растојанието од SN 1987A до Земјата. Во тој случај на честичка со маса m и требаат t_0E/pc секунди па задоцнувањето Δt што се појавува при пристигнувањето во споредба со t_0 ќе биде дадено со изразот

$$\Delta t = t_0\Big(\frac{E}{pc} - 1\Big) = t_0\Big(\frac{1}{pc}\sqrt{p^2c^2 + m^2c^4} - 1\Big)$$

Ако ($mc^2 \ll pc$) подкореновиот израз може, со задоволителна точност да се разложи во ред

$$\Delta t = t_0[(1 + \frac{m^2c^4}{p^2c^2})^{1/2} - 1] = t_0[1 + \frac{1}{2}\frac{m^2c^2}{p^2} + ... - 1]$$

односно

$$\Delta t = \frac{t_0}{2}\frac{m^2c^2}{p^2}$$

Бидејќи средната енергија на пристигнатите честички е 8 MeV можеме да ги споредиме задоцнувањата на две групи на неутрина со енергија 4 MeV (Δt_4) и со енергија 12 MeV (Δt_{12}). Тоа значи дека производот pc во погорните изрази ќе биде еднаков на овие вредности на енергијата околу зададената средна вредност. Според тоа:

$$\Delta t_4 - \Delta t_{12} = \frac{t_0}{2}m^2c^4\Big(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{12^2}\Big)$$

а тоа значи

$$\Delta t_4 - \Delta t_{12} = \frac{t_0}{36}m^2c^4$$

Ако се има предвид дека $t_0 = 160.000$a и $\Delta t_4 - \Delta t_{12} = 2$s може да се добие дека $mc^2 = 3,8 * 10^-6$MeV $= 3,8$eV

Забелешка: Повнителните пресметки на горната граница го земаат предвид енергецкиот спектар на неутрината, временската распределба на емисијата како и ефикасноста на детекторите. Сепак, сите тие пореални пресметки се блиски до добиениот приближен резултат.