

Исследование эволюции вещества после соударения тяжелых ультрарелятивистских ионов

October 2022

Теория

Рассмотрим скалярную теорию поля с лагранжианом

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}\dot{\varphi}^2 - \frac{\lambda}{4}\varphi^4 + J\varphi$$

Уравнение движения

$$\ddot{\varphi} + \frac{\lambda}{6}\varphi^3 - J = 0 \quad (1)$$

Точное решение

$$\varphi(t) = \varphi_{max} cn\left(\frac{1}{2}; \sqrt{\frac{\lambda}{6}}\phi_{max}(t - t_0) + C\right),$$

где cn - эллиптическая функция Якоби.

Рассмотрим эволюцию тензора энергии-импульса

$$T^{\mu\nu} = \partial^\nu \varphi \partial^\mu \varphi - g^{\mu\nu} \left(\frac{1}{2} \partial_\sigma \varphi \partial^\sigma \varphi - \frac{\lambda}{24} \varphi^4 \right)$$

Представляется интересной возможность достижения "гидродинамического" режима $\varepsilon = 3p$

$$\varepsilon_0 = \frac{\dot{\varphi}^2}{2} + \frac{\lambda\varphi^4}{24}, \quad p_0 = \frac{\dot{\varphi}^2}{2} - \frac{\lambda\varphi^4}{24},$$

где $\varphi = \varphi_0$ - решение уравнения движения (1).

Получившаяся динамика энергии и давления представлена на рисунке...

Проведем усреднение по начальным условиям. После некоторого временного периода получаем точно определяемое уравнение состояния.

Усреднение по начальным данным проводим с использованием функции Вигнера

$$f_W(\alpha, p, 0) = \frac{1}{\alpha_0 p_0 \pi} e^{-\frac{(\alpha-A)^2}{\alpha_0^2} - \frac{p^2}{p_0^2}},$$

где A - начальная амплитуда поля, а α_0 и p_0 - нормировочные константы.

Таким образом, мы считаем интеграл

$$\iint f_W(\alpha, p, 0) \varphi(\alpha, p, t) d\alpha dp$$

Экспериментальная установка

Ход работы

- 1.
- 2.

