О воспроизводимости результатов численных решений уравнения осцилляции нейтрино в среде

Данеко И.И., Научный руководитель: Ломов В.П.

13 июня 2024

Иркутск, ФГБОУ ВО ИГУ

Введение

Основной целью данной работы является исследование воспроизводимости результатов численных решений уравнения осцилляции нейтрино в среде. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи исследования:

- Ознакомиться с доступной информацией по методам, используемым в статье 2016 года " Efficient numerical integration of neutrino oscillations in matter" (Эффективное численное интегрирование нейтринных осцилляций в веществе)

Введение

Основной целью данной работы является исследование воспроизводимости результатов численных решений уравнения осцилляции нейтрино в среде. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи исследования:

- Ознакомиться с доступной информацией по методам, используемым в статье 2016 года “ Efficient numerical integration of neutrino oscillations in matter” (Эффективное численное интегрирование нейтринных осцилляций в веществе)
- Повторить в Mathematica вычисления, произведённые в статье.

Введение

Основной целью данной работы является исследование воспроизводимости результатов численных решений уравнения осцилляции нейтрино в среде. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи исследования:

- Ознакомиться с доступной информацией по методам, используемым в статье 2016 года " Efficient numerical integration of neutrino oscillations in matter" (Эффективное численное интегрирование нейтринных осцилляций в веществе)
- Повторить в Mathematica вычисления, произведённые в статье.
- Проверить насколько изменение неуказанных в статье параметров влияет на результат

Уравнения осцилляции

Уравнения осцилляции

$$\imath \frac{\partial \Psi}{\partial \xi} = H(\xi)\Psi(\xi),$$

Уравнения осцилляции

$$\imath \frac{\partial \Psi}{\partial \xi} = H(\xi)\Psi(\xi),$$

Здесь $\boldsymbol{H(\xi)}$ — Эрмитова матрица

$$H(\xi) = H_0 + \upsilon(\xi)W$$

Уравнения осцилляции

$$\imath \frac{\partial \Psi}{\partial \xi} = H(\xi)\Psi(\xi),$$

Здесь $\boldsymbol{H(\xi)}$ — Эрмитова матрица

$$H(\xi) = H_0 + \upsilon(\xi) W$$

Средняя вероятность выживания

$$P_{ee} = c_{12}^2 c_{13}^2 \rho_1 + s_{12}^2 c_{13}^2 \rho_2 + s_{13}^2 \rho_3$$

Здесь $\boldsymbol{\rho_i(\xi)} = |\Psi_i(\xi)|^2$

Ошибка Mathematica

```
In[∘]:= ψ[ξ_] := {ψ1[ξ], ψ2[ξ], ψ3[ξ]}

In[∘]:= sol = NDSolve[{i * D[ψ[ξ], ξ] == (H0 + u[ξ] * W).ψ[ξ], ψ[0.1] == {c12 c13, s12 c13, s13}}, {ψ1, ψ2, ψ3}, {ξ, 0.1, 0.2}, Method → "ExplicitRungeKutta"];

  ⋯ NDSolve: Maximum number of 99052 steps reached at the point ξ == 0.11441029646028497`.

  uf[x_] := Evaluate[{ψ1[ξ], ψ2[ξ], ψ3[ξ]} /. sol] /. {ξ → x} /. {ξ_} → ξ;
```

Рис.: 1 — Ошибка возникшая при указании метода

Погрешности

Уравнение для выявления погрешностей

$$\sum_{j=1}^{3} \rho_j = 1$$

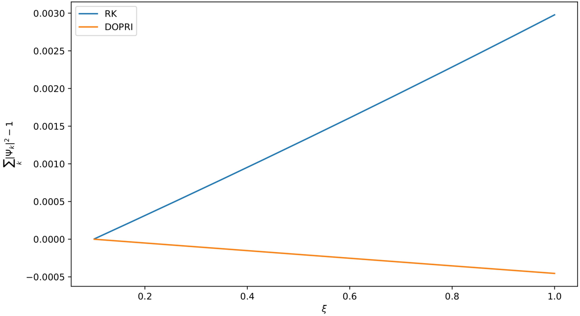

Рис.: 2 — График погрешностей методов DOPRI и RK

Контроль

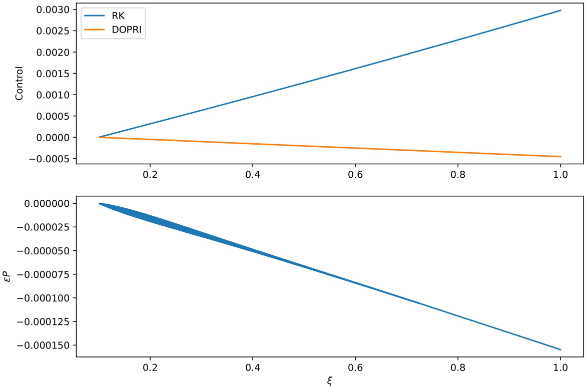

Рис.: 3 — График относительной разности вероятности выживания нейтрино DOPRI и RK

Заключение

- Численные расчеты без указания всех необходимых параметров невоспроизводимы, даже класса численных методов недостаточно, ведь два метода из одного класса могут давать разные результаты.

Заключение

- Численные расчеты без указания всех необходимых параметров невоспроизводимы, даже класса численных методов недостаточно, ведь два метода из одного класса могут давать разные результаты.
- Всегда необходимо проверять свойства систем дифференциальных уравнений.

Заключение

- Численные расчеты без указания всех необходимых параметров невоспроизводимы, даже класса численных методов недостаточно, ведь два метода из одного класса могут давать разные результаты.
- Всегда необходимо проверять свойства систем дифференциальных уравнений.
- При использовании Mathematica задавать все возможные параметры, ведь незаданные параметры зачастую становятся неизвестными