
SUMMER SCHOOL
JULY 18 - 29, 2016
COMPUTATIONAL
PLASMA
ASTROPHYSICS
PROSPECTS IN
THEORETICAL
PHYSICS
https://pitp.ias.edu
APPLICATION
DEADLINE:
MARCH 1, 2016
SPEAKERS TO INCLUDE:
Michael Barnes
Charles Gammie
Matthew Kunz
Luis Lehner
Robert Lupton
Eve Ostriker
Eliot Quataert
Anatoly Spitkovsky
Jim Stone
Alexander Tchekhovskoy
Ellen Zweibel
FULD HALL
IAS
INSTITUTE FOR
ADVANCED STUDY
NSF
MPPC

Конечные разности

1. Левая разность

$$\frac{df}{dx} = \frac{f_{j-1} - f_j}{dx} + O(dx^2)$$

2. Правая разность

$$\frac{df}{dx} = \frac{f_{j+1} - f_j}{dx} + O(dx^2)$$

3. Центральная разность

$$\frac{df}{dx} = \frac{f_{j+1} - f_{j-1}}{2dx} + O(dx^3)$$

МГД уравнения в консервативной форме

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot [\rho \mathbf{v}] = 0$$

$$\frac{\partial (\rho \mathbf{v})}{\partial t} + \nabla \cdot [\rho \mathbf{v}\mathbf{v} - \mathbf{B}\mathbf{B} + \mathsf{P}^*] = 0$$

$$\frac{\partial E}{\partial t} + \nabla \cdot [(E + P^*)\mathbf{v} - \mathbf{B}(\mathbf{B} \cdot \mathbf{v})] = 0$$

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} - \nabla \times (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) = 0$$

$$P^* = P + \frac{\mathbf{B} \cdot \mathbf{B}}{2}$$

$$E = P/(\gamma - 1) + \frac{\rho(\mathbf{v} \cdot \mathbf{v})}{2} + \frac{\mathbf{B} \cdot \mathbf{B}}{2}$$

Athena

Публичная версия:

1. Трёхмерное МГД.
2. Сжимаемая жидкость.
3. Изотропная и анизотропная вязкость.
4. Неидеальное МГД.
5. Теплопроводность.
6. Самогравитация.
7. Пыль.
8. СТО.

Не публичная версия

1. ОТО.
2. Оптимизация под современные процессоры.

Harm

Публичная версия:

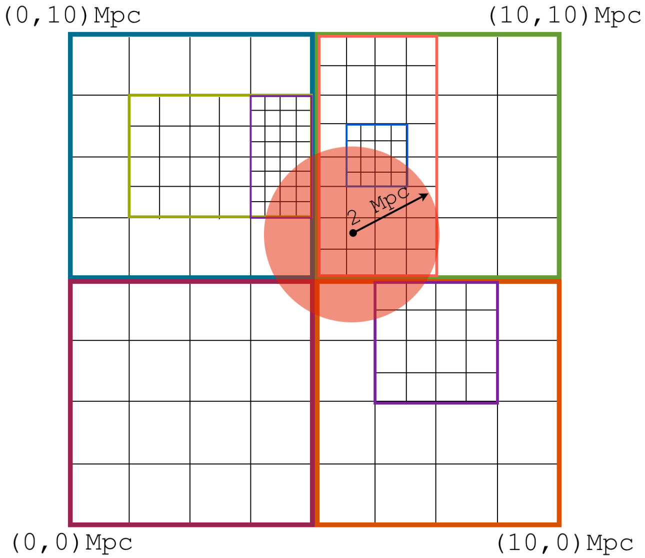
1. Двумерное МГД.
2. Метрика Керра.

Не публичная версия:

1. Трёхмерное МГД.
2. Поддержка GPU.
3. Моделирование джетов.

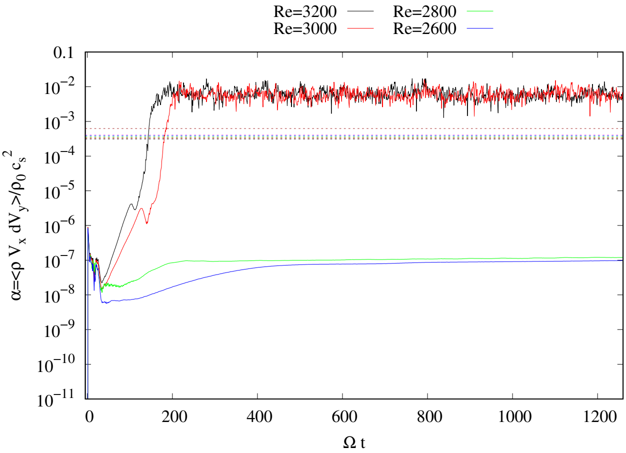
Yt

Библиотека для Python для работы с результатами симуляций.



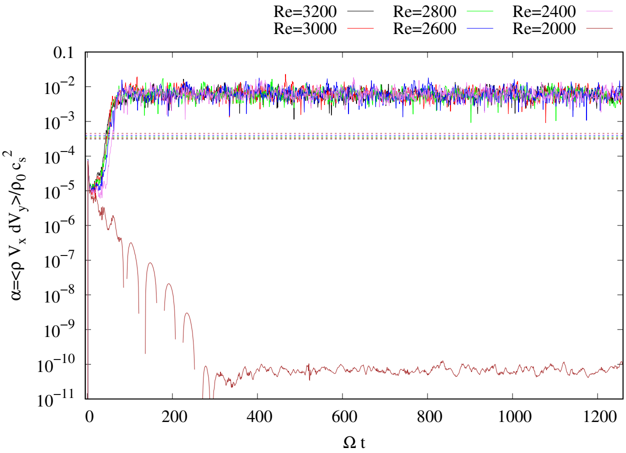
Определение порогового числа Рейнольдса для турбулезации потока с помощью Athena

Пространственно локальный расчёт с внешним тороидальным полем. Начальное условие случайные возмущения плотности $\delta\rho/\rho_0 < 0.1$.



Определение порогового числа Рейнольдса для турбулезации потока с помощью Athena

Пространственно локальный расчёт с внешним тороидальным полем. Начальное условие случайные возмущения плотности $\delta\rho/\rho_0 < 1$.



Транзиентный рост линейных возмущений в вязком диске

Тонкий диск с кеплеровским профилем вращения:

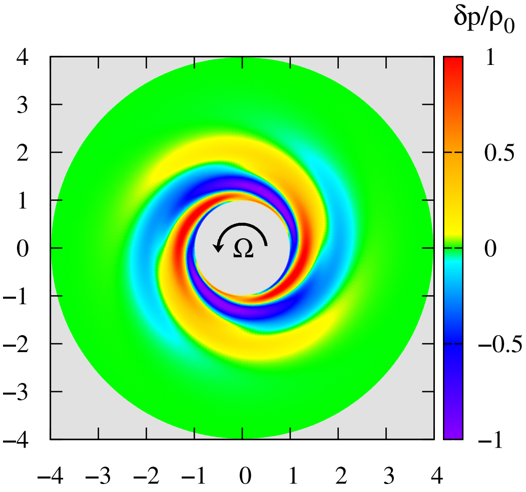
1. Линейно устойчив при отсутствии магнитного поля.
2. Не демонстрирует перехода турбулентности в симуляциях без магнитного поля и стратификации.

Можно ли сделать вывод о нелинейной устойчивости такого потока? Симуляции обладают недостаточным разрешением:

1. Значительная численная вязкость кода.
2. Не возможно разрешать одновременно малые и большие масштабы.

Транзиентный рост линейных возмущений в вязком диске

Несмотря на линейную устойчивость в кеплеровском потоке существую возмущения демонстрирующие существенный рост амплитуды.



Транзиентный рост линейных возмущений в вязком диске

Задача: найти такое начальное условие для системы уравнений

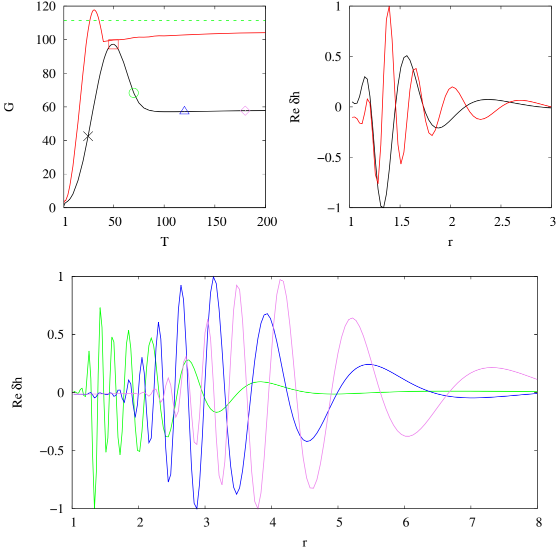
$$\frac{\partial \delta v_r}{\partial t} + \mathrm{i}m\Omega\delta v_r = 2\Omega\delta v_\varphi - \frac{\partial \delta h}{\partial r} - \frac{\partial}{\partial r}\left(v_r \delta v_r\right) + N_r + B_r \qquad (1)$$

$$\frac{\partial \delta v_\varphi}{\partial t} + \mathrm{i}m\Omega\delta v_\varphi = -\frac{\kappa^2}{2\Omega}\delta v_r - \frac{im\delta h}{r} - \frac{v_r}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\delta v_\varphi\right) + N_\varphi + B_\varphi \qquad (2)$$

$$\frac{\partial \delta h}{\partial t} + \mathrm{i}m\Omega\delta h = -\frac{a_*^2}{\Sigma r}\frac{\partial}{\partial r}\left[r\Sigma\left(\delta v_r + \frac{v_r \delta h}{a_*^2}\right)\right] - \frac{\mathrm{i}ma_*^2}{r}\delta v_\varphi, \qquad (3)$$

которое демонстрировало бы максимально возможный рост к заданному моменту времени.

Транзиентный рост линейных возмущений в вязком диске



Транзиентный рост линейных возмущений в вязком диске