

Моделирование радиационно- доминированных ударных волн в FLASH 4.2

1 апреля 2015 года, ИТЭФ

Code FLASH

- Разрабатывается с 1997 года в *Flash Center for Computational Science* (University of Chicago). Развитие кода PROMETEUS (Fryxell, Muller, Arnett, 1989). В основу был заложен алгоритм PPM (Colella, Woodward, 1984).
- Первая версия вышла в 2000 году. Текущая версия 4.2 (release 2).
- Разработчиков ~10 человек (постоянно).
- FLASH имеет модульную структуру (Units). Написан на Fortran (C, Python).
- Документация http://flash.uchicago.edu/site/flashcode/user_support

ТЕКУЩИЕ ВОЗМОЖНОСТИ FLASH

Physics Solvers

- Hydrodynamics: *Unsplit PPM and WENO; Split PPM; 2T+Radiation*
- MHD: *Unsplit Staggered Mesh; Split 8 wave*
- Equation of State: *Ideal gas; Degenerate Ionized Plasma; Multimaterial*
- Radiation Transfer: *Multigroup Flux-limited Diffusion*
- Diffusion and Conduction: *Implicit with AMR*
- Laser Energy Deposition: *Geometric Optics with Inverse Bremsstrahlung*
- Opacity: *Constant; Multimaterial Tabular*
- Particles: *Tracer; Massive; Sink; Charged*
- Nuclear Burning
- Gravity: *Constant; Point Mass; Planar; Self Gravity*
- Cosmology
- Magnetic Resistivity, Conductivity
- Primordial Chemistry

инфраструктура FLASH

- Driver: *Split; Unsplit*
- Grid: *Uniform Grid; AMR (PARAMESH); AMR (Chombo)*
- GridParticles: *Lagrangian Framework*
- GridSolvers: *Multigrid; Multipole; Barnes-Hut Tree; PFFT; Direct Solvers for Uniform Grid*
- IO: *HDF5 ; PnetCDF*
- Multispecies
- RuntimeParameters
- Monitor: *MPI Timers; Hooks for TAU*

Сильный точечный взрыв в однородной среде

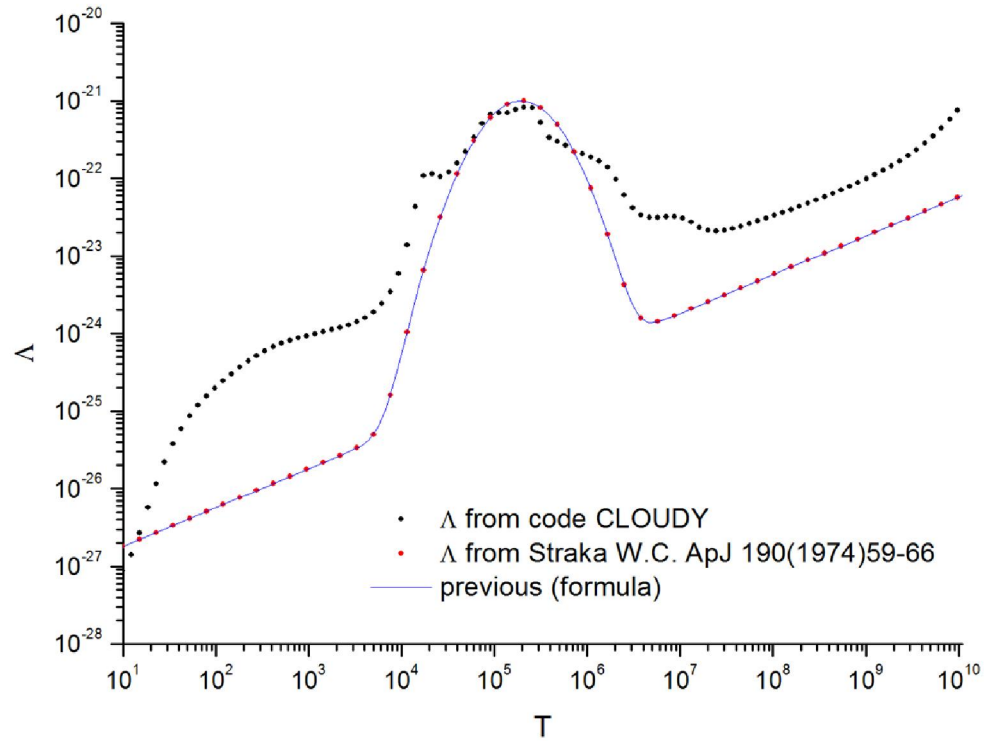
Параметры E_0 , ρ_0 , γ

Решение Седова

$$\text{3D:} \quad R = \left[\frac{75}{16\pi} \frac{(\gamma^2 - 1)(\gamma + 1)}{3\gamma - 1} \frac{E_0}{\rho_0} \right]^{1/5} t^{2/5}$$

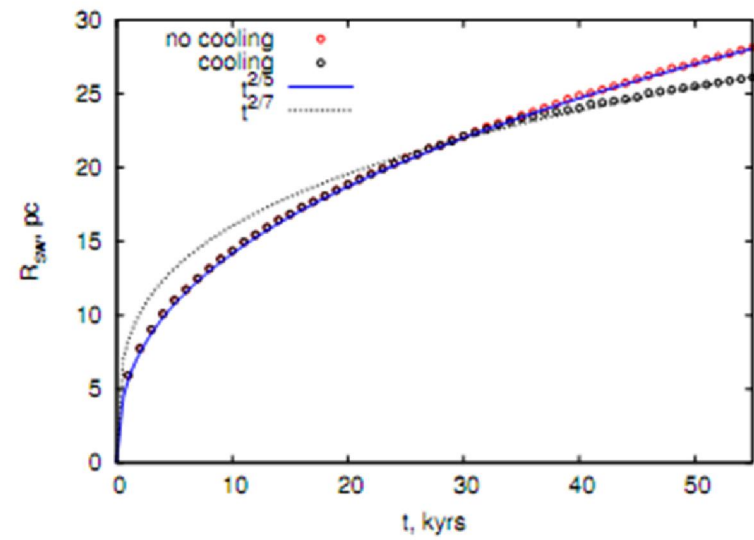
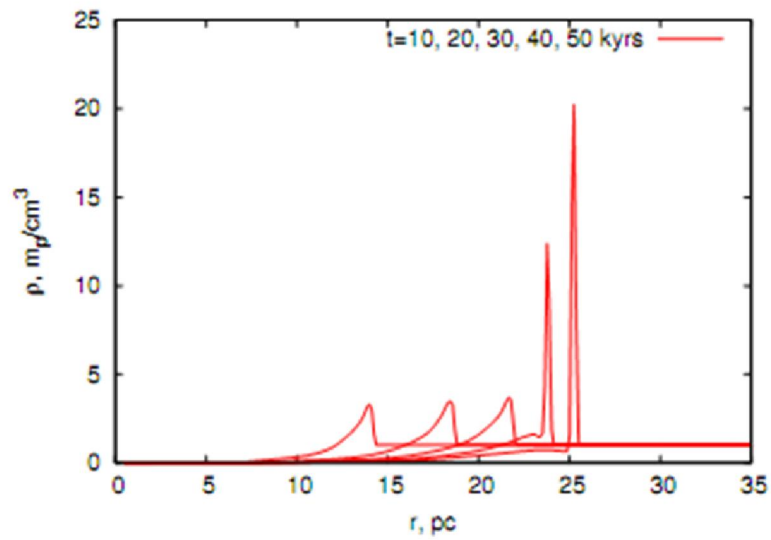
$$\text{2D:} \quad R = \left[\frac{4}{\pi} \frac{(\gamma^2 - 1)(\gamma + 1)}{3\gamma - 1} \frac{\tilde{E}_0}{\rho_0} \right]^{1/4} t^{1/2}$$

Радиационное охлаждение



Для $\gamma = 5/3$ асимптотика
$$R = \left[\frac{147 \varepsilon R_C^2 E_0}{4\pi \rho_0} \right]^{1/7} t^{2/7}$$

Сферически-симметричный случай



2D расчеты

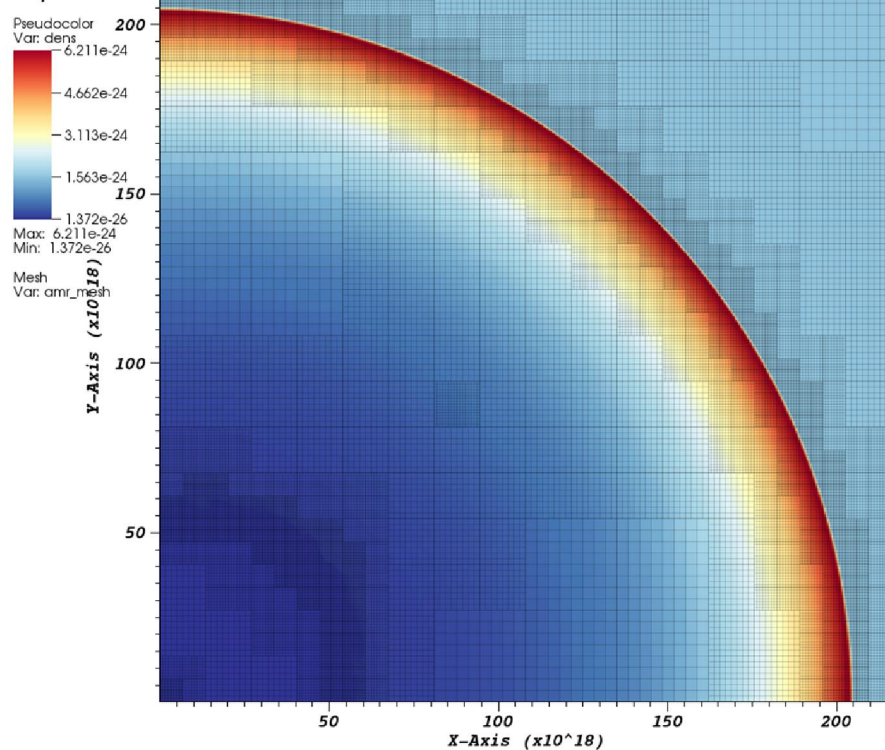
постановка задачи

	E_0 , эрг/см	ρ_0 , г/см ³	γ	r_0 , пк
Semyon	$1.56 \cdot 10^{32}$	$1.6 \cdot 10^{-24}$	5/3	2
SI	$9.6 \cdot 10^{27}$	$1.6 \cdot 10^{-24}$	5/3	0.0137
SI 10p	$1.6 \cdot 10^{28}$	$1.6 \cdot 10^{-23}$	7/5	0.0137

Дополнительно: тип расчетной сетки (декартова, полярная)
охлаждение (формула, таблица)

2D расчеты без охлаждения

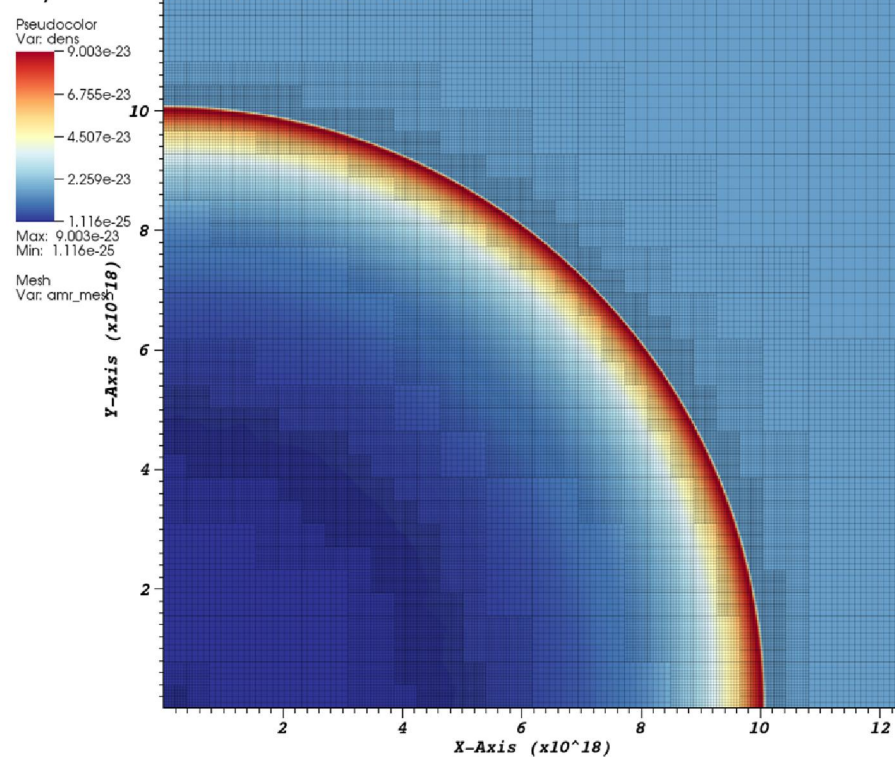
DB: sedovCooling hdf5 chk 0100
Cycle: 1388 Time: 3.15669e+12



user: manul
Tue Mar 31 22:14:44 2015

Semyon

DB: sedovCooling hdf5 chk 0100
Cycle: 1330 Time: 3.15772e+12

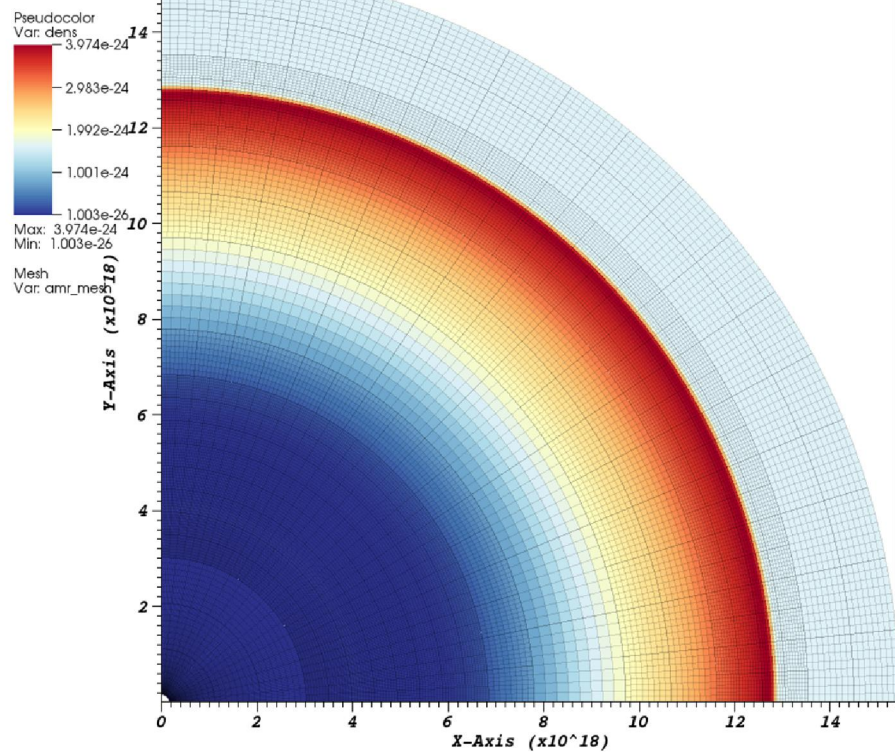


user: manul
Tue Mar 31 22:15:31 2015

SI 10p

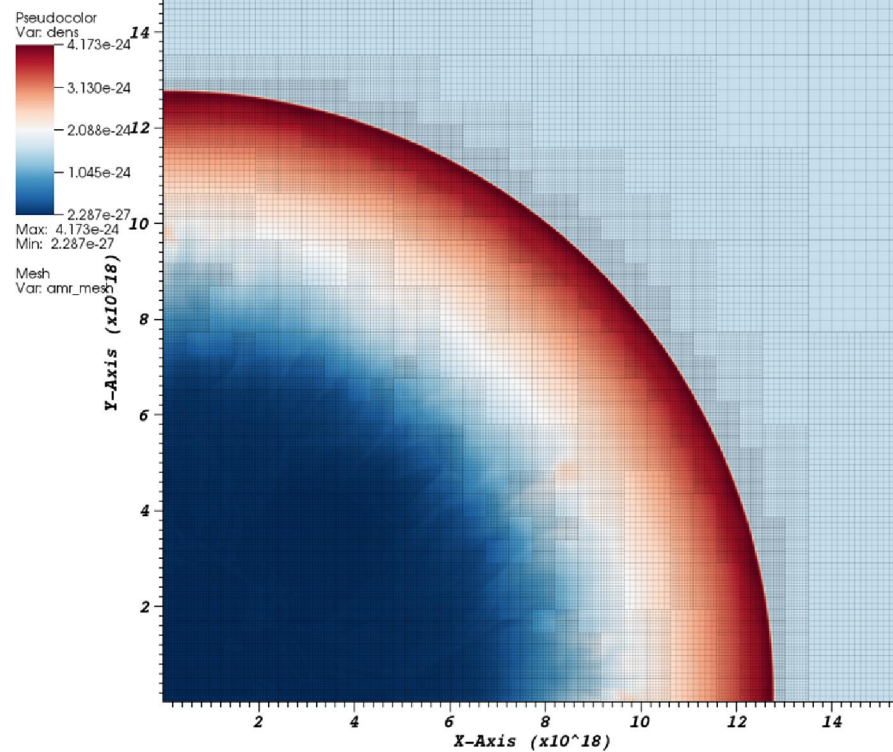
2D расчеты с охлаждением

DB: sedovNoCooling_hdf5_chk_0100
Cycle: 1256 Time: 3.15926e+12



user: manul
Tue Mar 31 22:20:50 2015

DB: sedovCooling_hdf5_chk_0100
Cycle: 1010 Time: 3.16104e+12

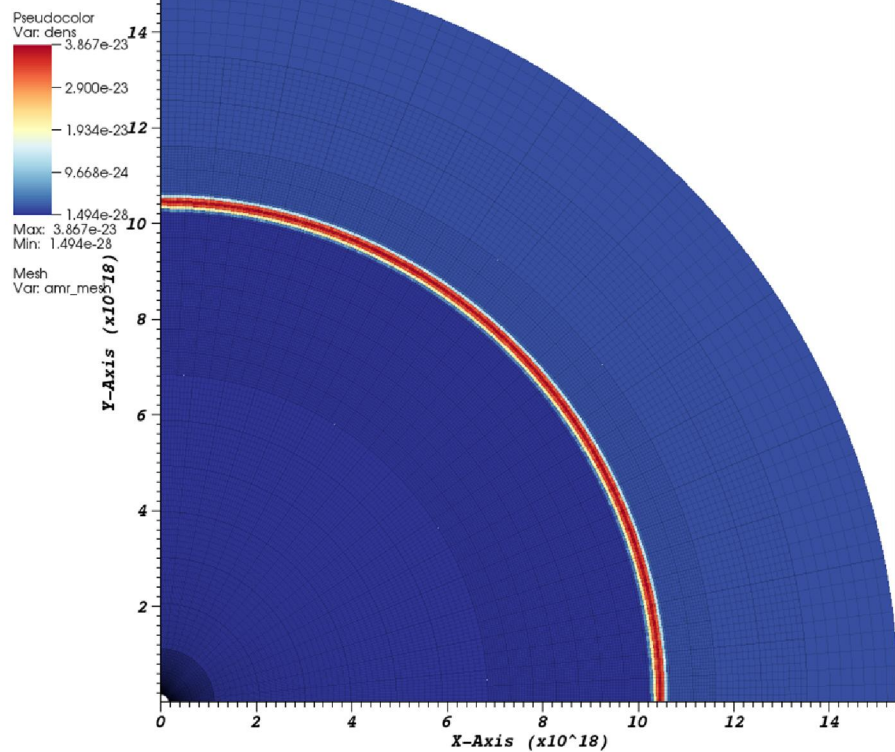


user: manul
Tue Mar 31 22:26:31 2015

SI (формула)

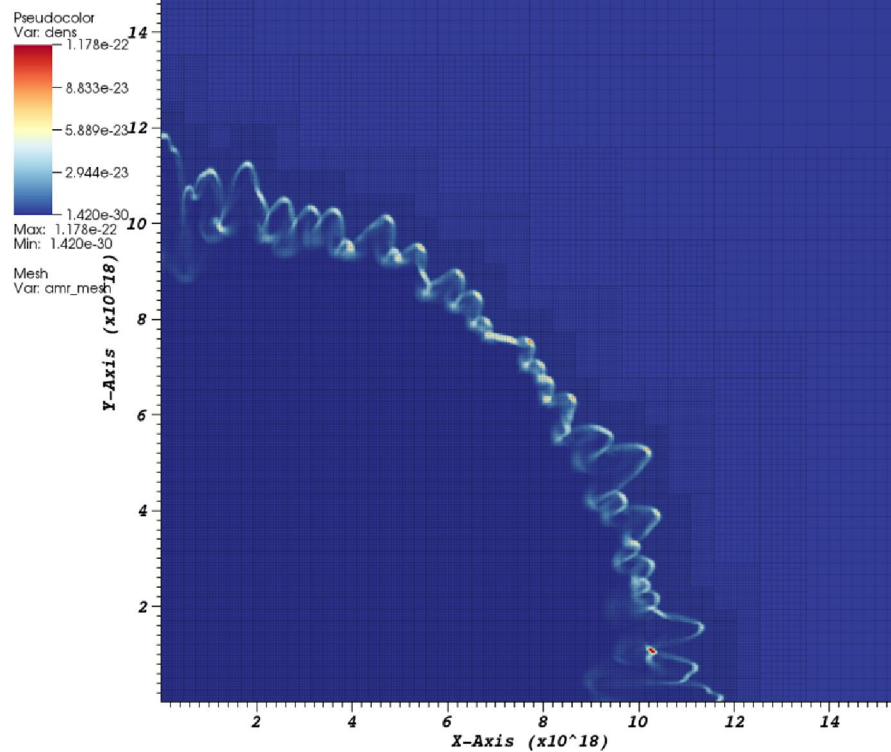
2D расчеты с охлаждением

DB: sedovCooling hdf5 chk 0084
Cycle: 1079 Time: 3.13004e+12



user: manul
Tue Mar 31 15:34:58 2015

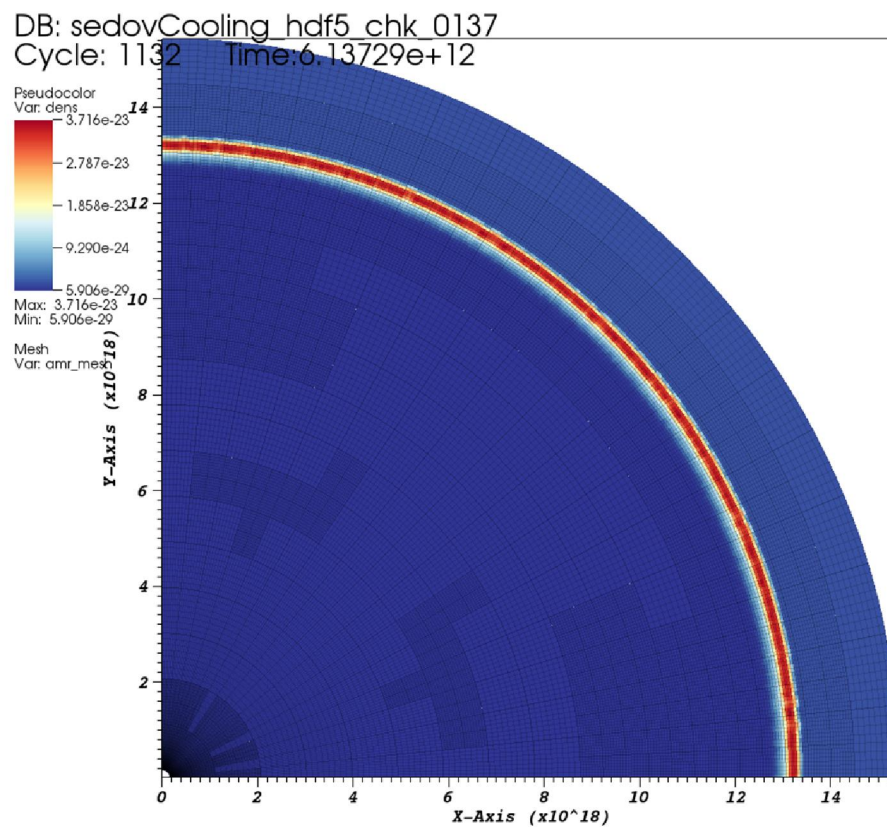
DB: sedovNoCooling hdf5 chk 0100
Cycle: 955 Time: 3.15893e+12



user: manul
Tue Mar 31 22:27:34 2015

SI (таблица)

2D расчеты с охлаждением (полярные координаты)

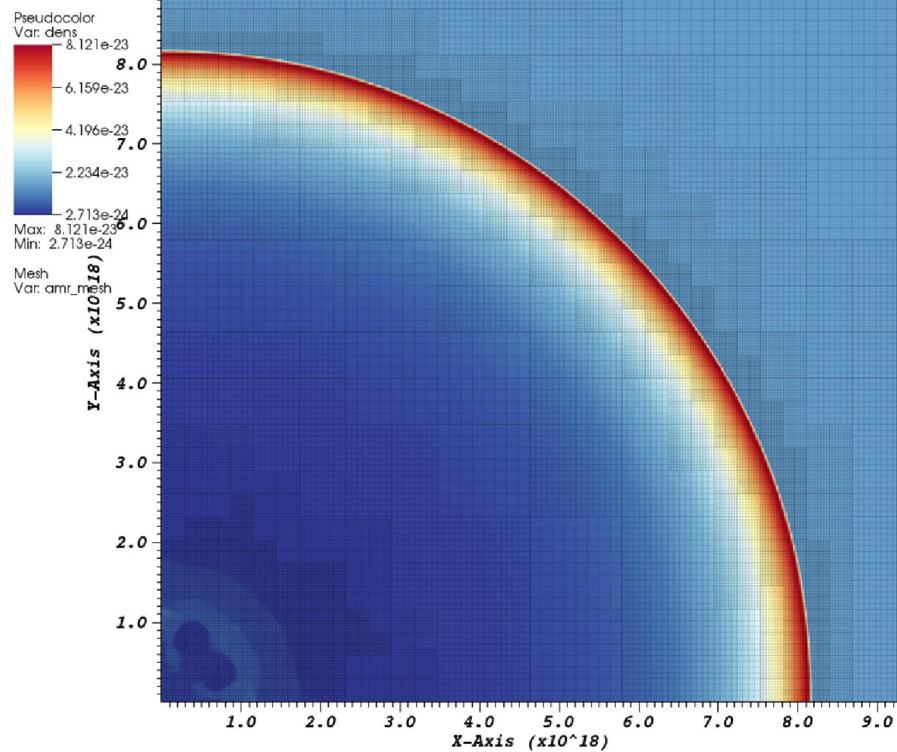


user: manul
Tue Mar 31 22:22:30 2015

SI (таблица)

2D расчеты с охлаждением

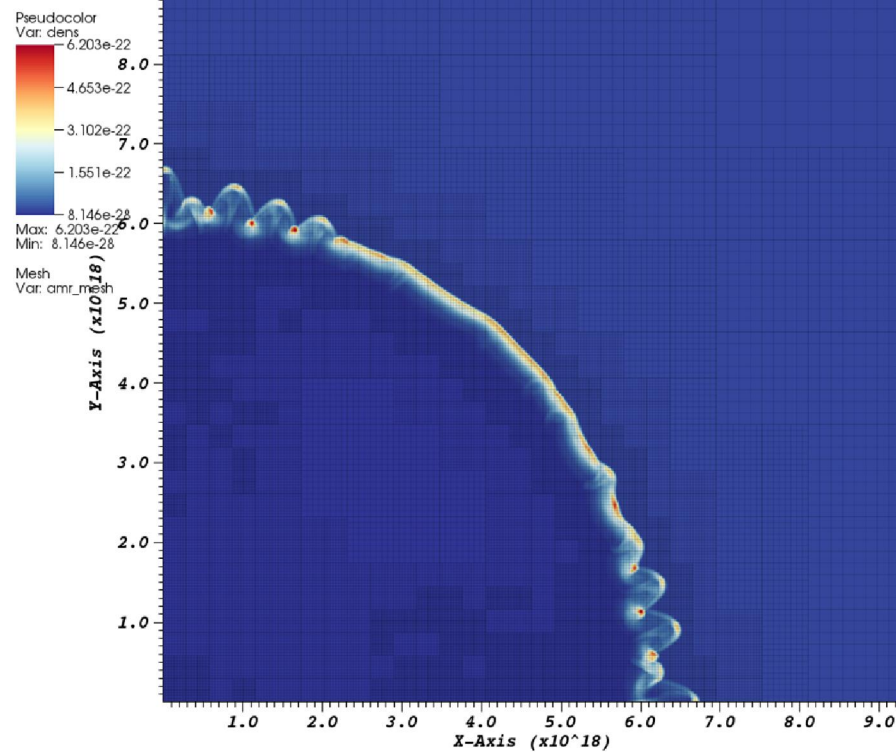
DB: sedovCooling hdf5 chk 0100
Cycle: 724 Time: 3.16133e+12



user: manul
Tue Mar 31 22:28:39 2015

SI10p (формула)

DB: sedovCooling hdf5 chk 0100
Cycle: 648 Time: 3.1657e+12



user: manul
Tue Mar 31 22:29:21 2015

SI10p (таблица)