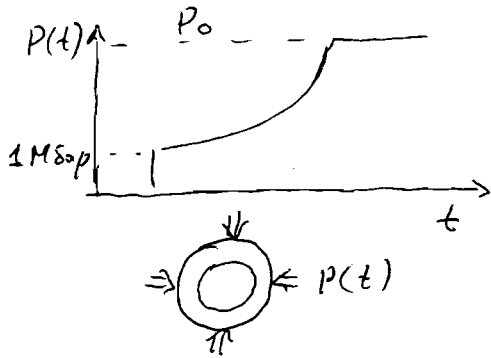


Имплозия сферических оболочек

(как сжатие до бесконечной плоскости концентрическими сферами)

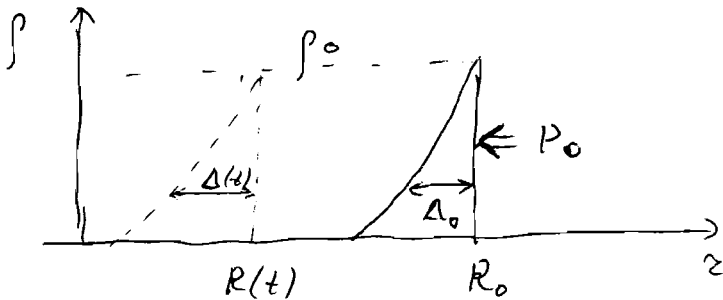
Пусть P_0 - наше максимальное давление.



Мы прикладываем его не сразу:

- (i) уд. волна ≈ 1 Мбар ($\delta \approx 4$)
- (ii) ад. сжатие в центр. волна $\delta \approx 15 \Rightarrow \delta_0 \approx 60$

Таким образом мы формируем низкоэнтропийный сжимающийся профиль давления / плотности:



$$\rho = \text{const} \cdot r^{5/3}$$

$$A_0 = \frac{R_0}{\Delta_0} \gg 1$$

$$M = 4\pi R_0^2 \Delta_0 \rho_0$$

Далее: имплозия к центру!

Три фазы имплозии: А, В, С

Фаза А: набор скорости (кинетической энергии)

Пусть $R = R(t)$ - уменьшающийся радиус оболочки

$\Delta = \Delta(t)$ - её эфф. толщина

$U = U(t)$ - скорость имплозии

Баланс энергии:

$$\frac{1}{2} M U^2 = P_0 \Delta V = \frac{4\pi}{3} P_0 (R_0^3 - R^3)$$

При $R \lesssim \frac{1}{2} R_0$ скорость имплозии выходит на асимптотическое значение

$$U_{\text{lim}}^2 = \frac{8\pi}{3} \frac{P_0 R_0^3}{M} = \frac{8\pi}{3} \frac{P_0 R_0^3}{4\pi R_0^2 \Delta_0 \rho_0} = \frac{2}{3} c_0^2 A_0$$

На этом фазе А заканчивается, ^(т.е. при $R = \frac{1}{2} R_0$) но имплозия идёт ~~еще~~ значительно дальше (глубже!) поскольку $\Delta_0 \ll R_0$!

Что происходит далее: зависит от соотношения двух характерных времён

$t_h \approx \frac{\Delta}{c}$ = время ^{шдр.)} релаксации против давления/плотности ~~и др.~~

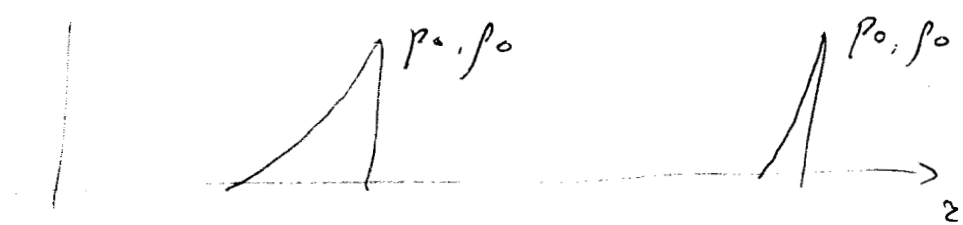
$t_{im} \approx \frac{R}{U_{im}}$ = время имплозии

Начальное состояние: $t_h \ll t_{im}$

$$\left(\frac{t_h}{t_{im}} \right)_0 \approx \frac{\Delta_0}{c_0} \frac{U_{im}}{R_0} \approx \frac{1}{\Lambda_0} \ll 1$$

Фаза В:

Значит покакалу против ~~уменьшает~~ подстраивается под вы. поршень



$$\rho R^2 \Delta = const \quad \wedge \quad \rho = \rho_0 = const$$

$$\Delta = \Delta_0 \left(\frac{R_0}{R} \right)^2 \propto \frac{1}{R^2}$$

Но с уменьшением R

$$t_h \approx \frac{\Delta}{c_0} = \frac{\Delta}{c_0} \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{расчёт}$$

$$t_{im} \approx \frac{R}{U_{im}} \propto R \quad \text{нагае}$$

рано или поздно они сравниваются!

Фаза А: $\frac{R_0}{2} \lesssim R < R_0$, $U \rightarrow U_{im}$, $t_h \ll t_{im}$
 $\rho = \rho_0 = \text{const}$
 $\Delta \propto R^{-2}$ расчёт

Фаза В: $R_* < R \lesssim \frac{R_0}{2}$, $U = U_{im} = \text{const}$
 $t_h < t_{im}$

Фаза С: $R < R_*$, $t_h > t_{im}$

$$\rho = \rho_0 = \text{const}$$

$$\Delta \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{расчёт}$$

Система пока не!

$$t_h = t_{im} : R = R_*, \Delta = \Delta_*$$

Фаза С: $\Delta_* \lesssim R < R_*$, $t_h \approx t_{im}$

$$\frac{M}{4\pi} = \rho \Delta R^2 = \text{const}$$

Догадка: $\Delta = \Delta_* = \text{const}$

Тогда $\rho = \rho_0 \left(\frac{R_*}{R}\right)^2 \propto R^{-2}$

$$t_h = t_{im} \Leftrightarrow \frac{\Delta_*}{c_0} \approx \frac{R_*}{U_{im}}$$

$$\frac{R_*}{\Delta_*} \approx \frac{U_{im}}{c_0}$$

Проверим: $\frac{t_h}{t_{im}} = \frac{\Delta_*}{c} \frac{U_{im}}{R} = \frac{\Delta_* U_{im}}{R} \sqrt{\frac{\rho}{p}} \propto$

$$\propto \frac{1}{R \rho^{\frac{\gamma-1}{2}}} \propto R^{\gamma-2} \Rightarrow \boxed{\gamma < 2}$$

- 4 - 9 d -

Степень эмиссии останавливается при
 $R \approx \Delta x$

Степень сжатия в фазе С:

$$\frac{\rho_s}{\rho_0} \approx 4 \left(\frac{R_*}{\Delta x} \right)^2 \approx 4 \frac{V_{lim}^2}{c_0^2} = \frac{8}{3} A_0$$

огранич.
уг. волна

$$\frac{\rho_s}{\rho_0} \approx \frac{8}{3} A_0$$

Единств. способ
достичь неогран.
сжатия при
огранич. ст. и м.
давлении

В мм NIF: $A_0 \approx 30 \div 35$

$$\frac{\rho_s}{\rho_0} \approx 100 \Leftrightarrow \frac{\rho_s}{\rho_{00}} = \frac{\rho_s}{\rho_0} \frac{\rho_0}{\rho_{00}} \approx \frac{5000}{10000}$$

- Ограничения:
- 1) однородность облучения
 - 2) точность изготовления
 - 3) РТ неустойчивость