

ФИЗИКА ОТКРЫТЫХ ЛОВУШЕК

(проектирование современного термоядерного эксперимента)

А.Д.Беклемишев,
ИЯФ СО РАН, НГУ

План

Лекция 1

- Критерии термоядерной эффективности установки;
- Общие требования к магнитной конфигурации открытой ловушки;
- Оптимизация магнитного поля и пробочного отношения;
- Равновесие плазмы;
- Баланс числа частиц, энергии, момента импульса.

Лекция 2

- Эффективные способы нагрева плазмы;
- Гидродинамические и микро-неустойчивости плазмы;
- Пассивные и активные способы стабилизации плазмы;
- Поперечные потери (частиц, энергии, момента импульса).

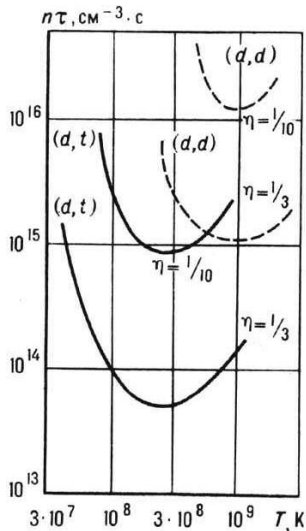
Лекция 3 - Продольные потери и физика расширителей (Сковородин Д.И.)

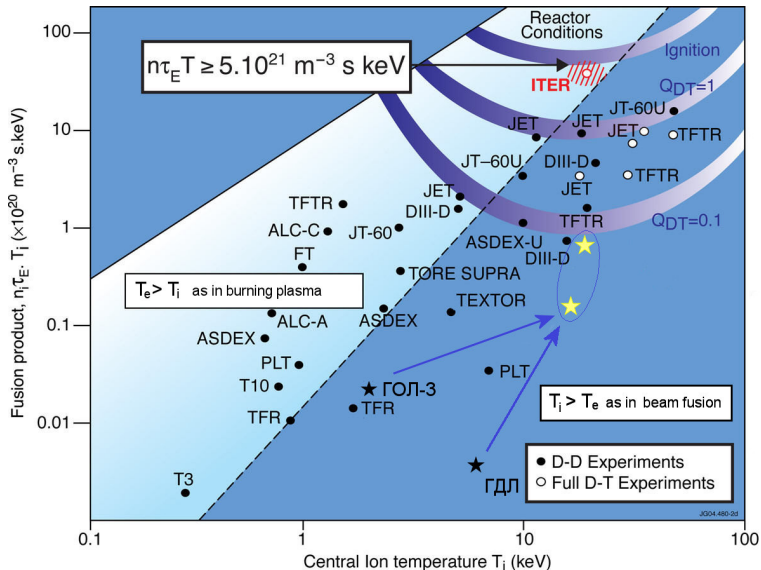
Критерии термоядерной эффективности

Зажигание (Критерий Лоусона)

$$n\tau_E \gtrsim 10^{14} \text{ см}^{-3}\text{с}$$

Это - цель, но можно говорить и о термоядерных ловушках без зажигания.

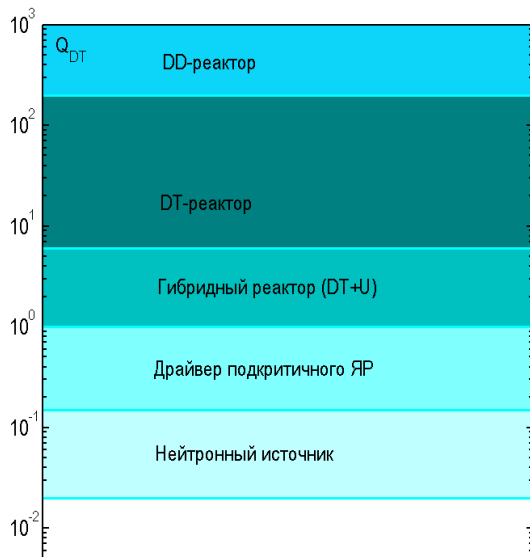


Тройное произведение $n_i \tau_E T_i$ vs. T_i 

Критерии термоядерной эффективности

 Q_{DT}

Отношение термоядерной мощности к необходимой мощности затрат (в стационаре). Обычно вместо всей мощности затрат берут только доп. нагрев захватываемый плазмой, что гораздо меньше реальных затрат от розетки. Строго говоря, при зажигании должно быть $Q = \infty$, но и 10 уже хорошо. При $Q \approx 3$, с учётом теплового кпд, система может покрывать свои потребности, но электричества не производит. При $Q > 0.1$ затраты электричества можно оправдать производством т/я нейтронов.

Приложения в зависимости от Q_{DT} 

Критерии термоядерной эффективности

Тепловая нагрузка на стенку реактора должна быть **ограничена и снизу и сверху**

$$0.1 \lesssim P_S \lesssim 2 \text{ MW/m}^2,$$

иначе система будет слишком дорогой или стенка долго не проживёт.

Следствие:

Так как мощность из единицы объёма $P_V = (S/V)P_S$, чем меньше размер системы, тем большую плотность энерговыделения в плазме надо обеспечить.

В угольных котлах энерговыделение на единицу объёма

$$P_V \gtrsim 0.1 \dots 0.2 \text{ MW/m}^3.$$

В термоядерных системах должно быть столько же или больше.