

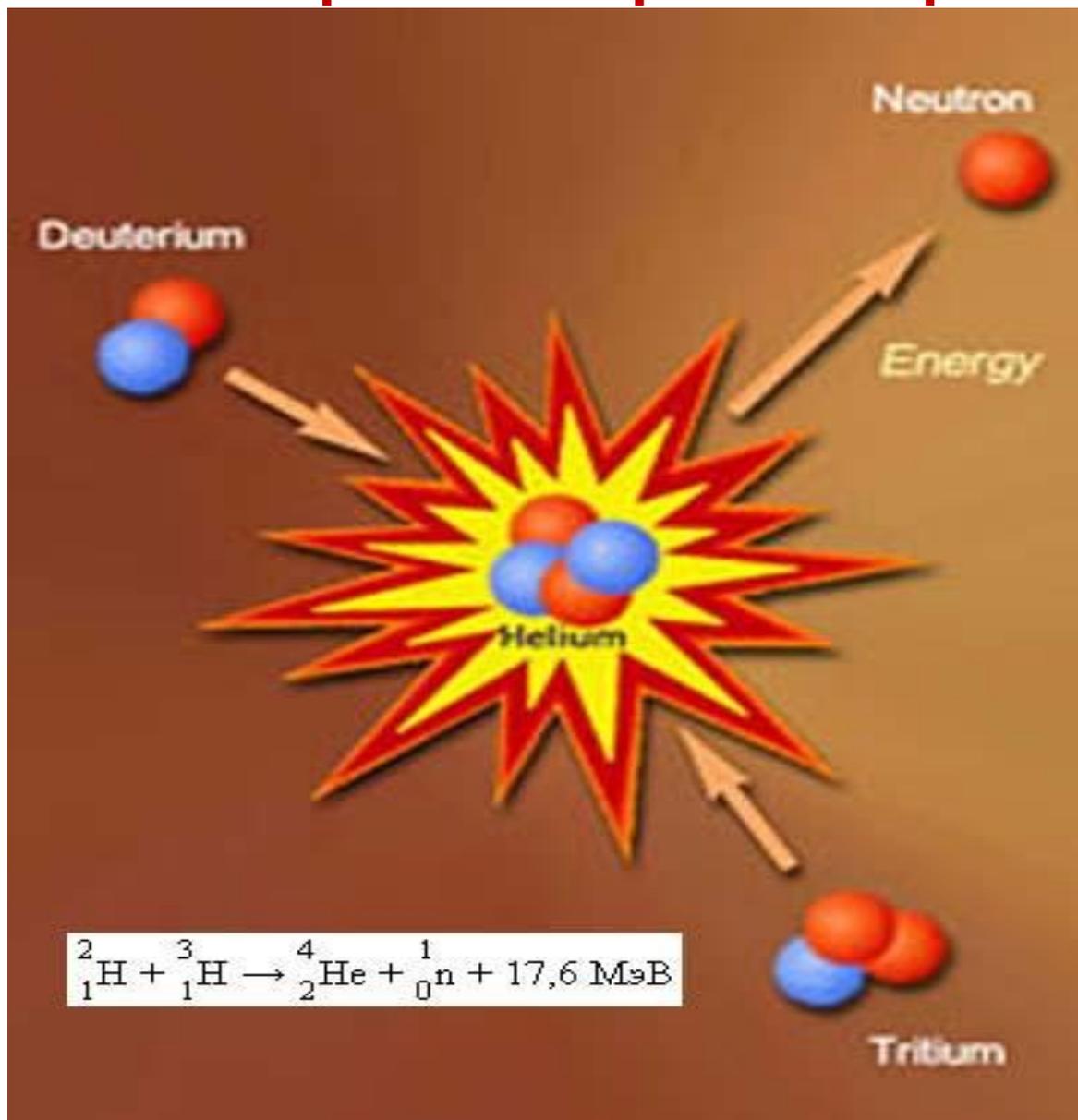


Презентация по теме  
«ТЕРМОЯДЕРНЫЕ  
РЕАКЦИИ»

для урока в 9 классе  
ГБОУ СОШ № 1362  
учитель: Юденко М.Н.

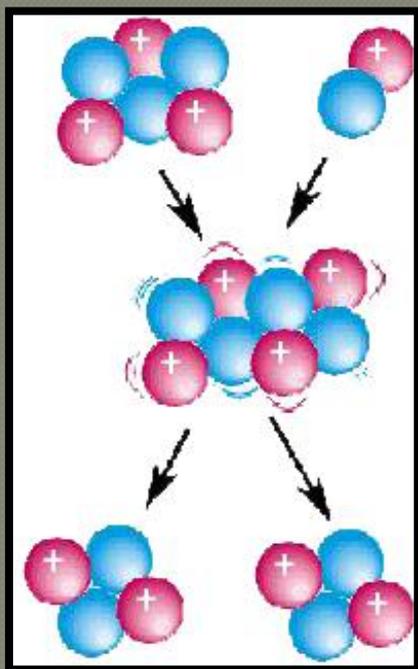
**Термоядерной** (от лат. *thermo* – тепло) называется реакция слияния легких ядер (таких, как водород, гелий и др.), происходящая при очень высоких температурах (порядка сотен миллионов градусов), сопровождающаяся выделением энергии

# Слияние ядер дейтерия и трития:



Энергия, которая выделяется при термоядерных реакциях в несколько раз превышает энергию, выделяющуюся в цепных ядерных реакциях

**Синтез  
4 г гелия**



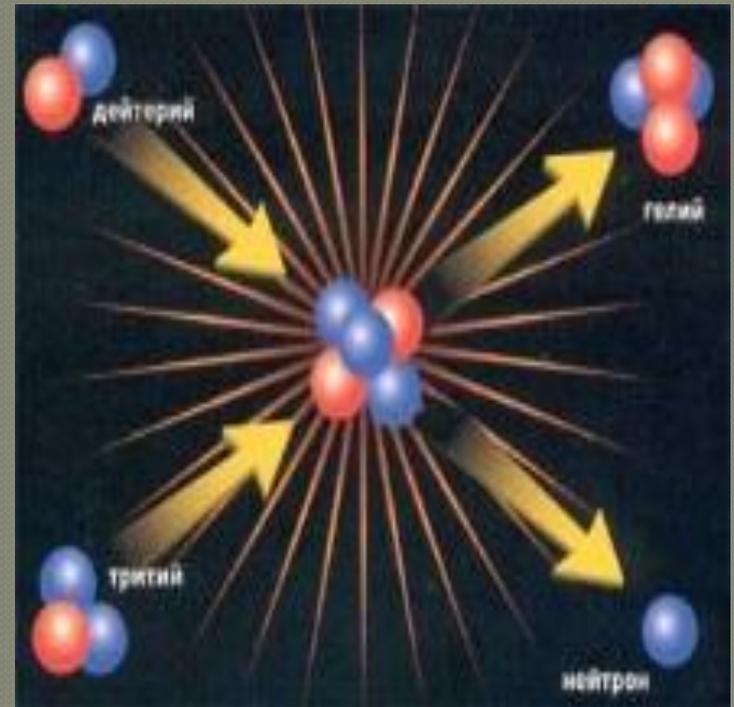
**=**

**Сгорание  
2 вагонов  
каменного угля**



# Условия протекания термоядерных реакций

- Высокие температуры, =>, большие энергии сталкивающихся ядер, необходимы для преодоления электростатических сил отталкивания одноименно заряженных частиц и сближения ядер на расстояния порядка действия ядерных сил

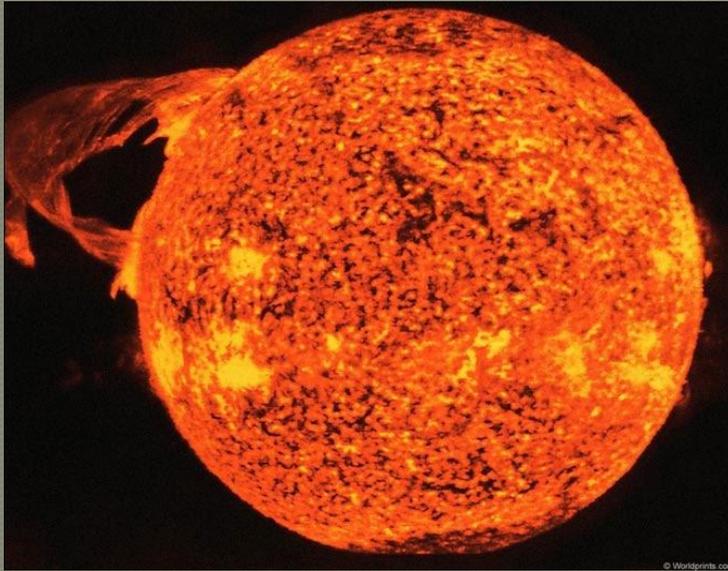


# Неуправляемые

## термоядерные реакции

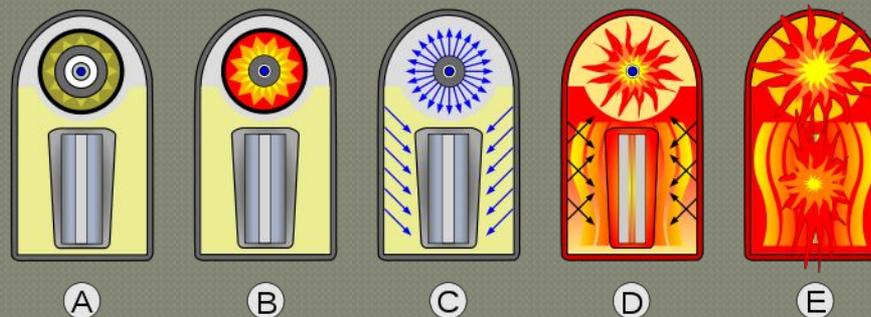
ТЕРМОЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ  
В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ  
ПРОИСХОДЯТ ЛИШЬ В  
НЕДРАХ ЗВЕЗД

ДЛЯ ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НА  
ЗЕМЛЕ НЕОБХОДИМО СИЛЬНО  
РАЗОГРЕТЬ ВЕЩЕСТВО ЛИБО  
ЯДЕРНЫМ ВЗРЫВОМ, ЛИБО  
МОЩНЫМ ГАЗОВЫМ РАЗРЯДОМ,  
ЛИБО ГИГАНТСКИМ  
ИМПУЛЬСОМ ЛАЗЕРНОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ, ЛИБО



# Водородная бомба

- Последовательность процессов, происходящих при взрыве водородной бомбы, можно представить следующим образом. Сначала взрывается находящийся внутри оболочки заряд-инициатор термоядерной реакции (небольшая атомная бомба), в результате чего возникает нейтронная вспышка и создается высокая температура, необходимая для инициации термоядерного синтеза. Нейтроны бомбардируют вкладыш из соединения дейтерия с литием-6. Литий-6 под действием нейтронов расщепляется на гелий и тритий. Затем начинается термоядерная реакция в смеси дейтерия с тритием, температура внутри бомбы стремительно нарастает, вовлекая в синтез все большее и большее количество водорода.





# Управляемые термоядерные реакции

---

- Чтобы использовать термоядерную энергию в мирных целях, необходимо научиться проводить управляемые термоядерные реакции. Одна из основных трудностей в осуществлении таких реакций заключается в том, чтобы удержать внутри установки высокотемпературную плазму.

# Плазма

- Для каждого состояния любого вещества характерен определенный интервал температур. При очень высоких температурах атомы и молекулы нейтрального газа теряют часть своих электронов и становятся положительными ионами. Когда температура достигает  $10^4$  °С, то газ уже представляет собой плазму. Плазма – четвертое состояние вещества.

- Солнце и звезды можно рассматривать как гигантские сгустки горячей плазмы. В земных условиях с плазмой мы встречаемся при различных газовых разрядах (молния, искра, дуга и т.д.)



- Впервые задачу по управляемому термоядерному синтезу в Советском Союзе сформулировал и предложил для неё некоторое конструктивное решение советский физик Лаврентьев О. А. Кроме него важный вклад в решение проблемы внесли такие выдающиеся физики, как А. Д. Сахаров и И. Е. Тамм, а также Л. А. Арцимович, возглавлявший советскую программу по управляемому термоядерному синтезу с 1951 года.
- Исторически вопрос управляемого термоядерного синтеза на мировом уровне возник в середине XX века. Известно, что И. В. Курчатов в 1956 году высказал предложение о сотрудничестве учёных-атомщиков разных стран в решении этой научной проблемы. Это произошло во время посещения Британского ядерного центра «Харуэлл»

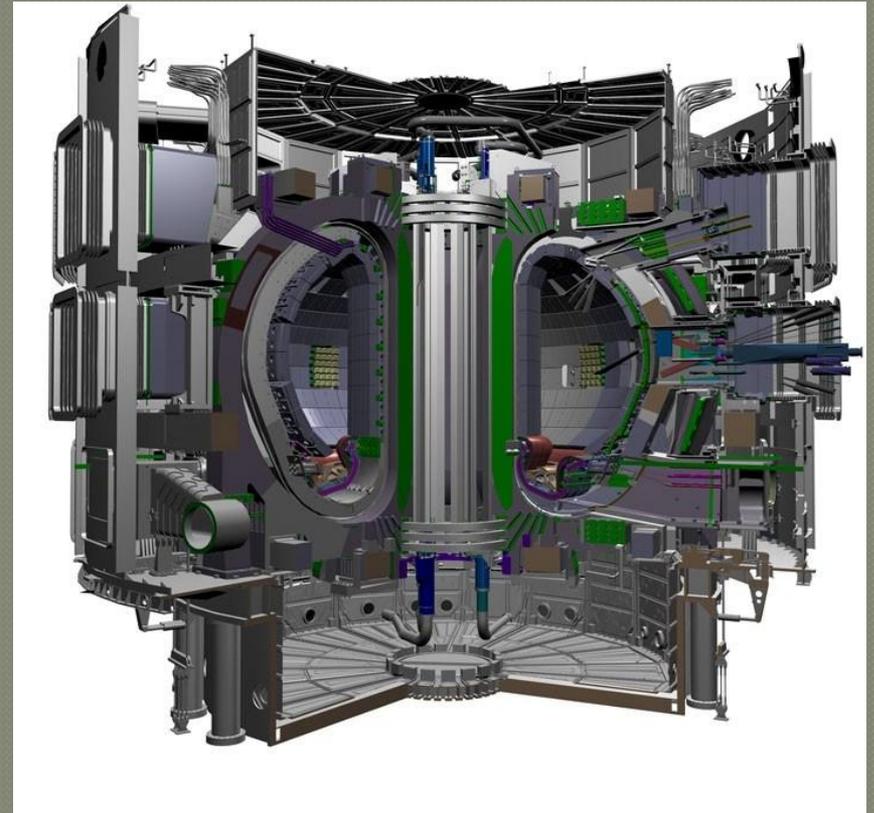
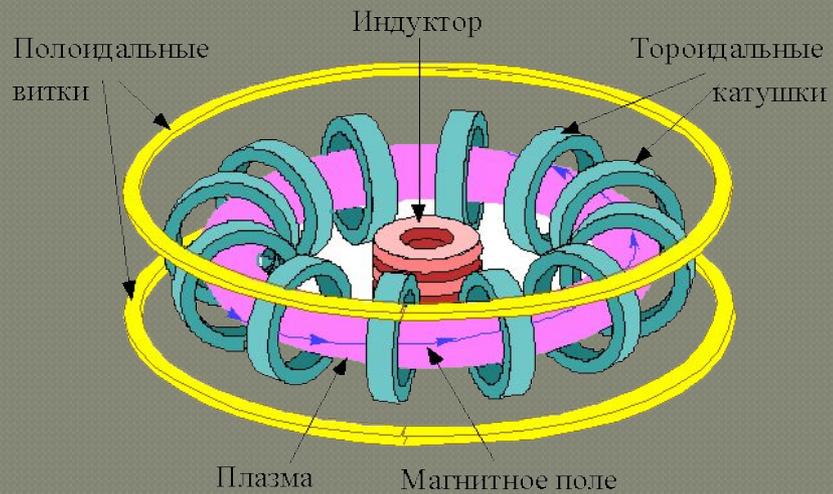
# Термоядерный реактор

---

- - устройство для получения энергии за счет реакций синтеза легких атомных ядер, происходящих при температурах порядка  $10^8$  К.
- Основное требование к термоядерному реактору: энерговыделение в результате термоядерных реакций должно превосходить затраты энергии от внешних источников на поддержание реакции

- Термоядерные реакторы могут быть построены
- 1. на основе систем с магнитным удержанием плазмы, в которых нагрев и удержание плазмы осуществляется магнитным полем при относительно низком давлении и высокой температуре. Для этого применяются реакторы в виде токамаков, стеллараторов и т.д.
- 2. импульсные системы. В таких системах управляемый термоядерный синтез осуществляется путём кратковременного нагрева небольших мишеней, содержащих дейтерий и тритий, сверхмощными лазерными лучами или пучками высокоэнергичных частиц (ионов, электронов). Такое облучение вызывает последовательность термоядерных микровзрывов.

# камера с магнитными катушками



# Проблемы современной энергетики

---

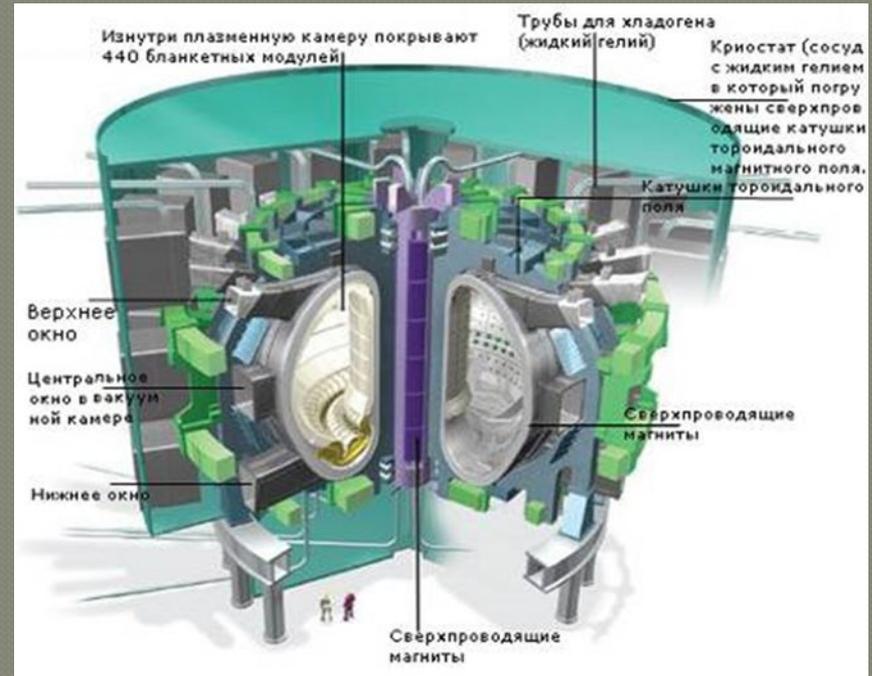
- Нарастающее загрязнение окружающей среды требует перевода промышленного производства планеты на замкнутый цикл, когда образуется минимум отходов
- Ресурсы минерального топлива ограничены
- Переход энергетики на ядерные реакторы деления ставит сложные проблемы захоронения огромного количества радиоактивных отходов

# Преимущества управляемого термоядерного синтеза

- Единственными материальными «побочными» продуктами термоядерного синтеза являются гелий-4, безвредный инертный газ, и тритий, который используется в качестве дополнительного топлива.
- Дейтерий легко добывается из воды. Лития более чем достаточно в земной коре. Тритий можно воспроизводить в реакторе. Для работы термоядерного реактора на основе D—T-синтеза необходимы только три этих вещества.
- Электростанция с термоядерным реактором не производит выбросов так называемых парниковых газов, угарного газа или пылевых загрязнителей, как это делают электростанции на природном топливе.
- Работающий термоядерный реактор безопаснее атомного реактора. Если он поврежден, то расплавления не происходит, так как в земных условиях термоядерный синтез необходимо постоянно поддерживать, «подпитывая» реактор топливом и/или энергией.
- Термоядерный синтез в земных условиях не является цепной реакцией, поэтому он не может выйти из-под контроля. Термоядерный реактор не взрывается. Термоядерная бомба способна взрываться потому, что взрывчатые компоненты (топливо для синтеза) в ней присутствуют в избытке и используются (реагируют) практически мгновенно, а не из-за цепной реакции. В термоядерном реакторе топлива для взрыва недостаточно.

# Международный экспериментальный термоядерный реактор ИТЭР

- Проблема управляемого термоядерного синтеза настолько сложна, что самостоятельно с ней не справится ни одна страна. Поэтому мировое сообщество избрало самый оптимальный путь - создание проекта международного термоядерного экспериментального реактора - ИТЭР, в котором на сегодня участвуют, кроме России, США, Евросоюз, Япония, Китай и Южная Корея.



термоядерный реактор ИТЭР будет построен в Кадараше (Франция) и введен в эксплуатацию примерно в 2016 году. Именно ТОКАМАК должен стать основой первого в мире экспериментального термоядерного реактора.

---

● ***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!***

# Для создания презентации использовались:

---

- Интернет – ресурсы;
- Учебник по физике для 9 класса А.В. Перышкин, Е.М. Гутник, М.: Дрофа – 2011
- Учебное пособие «Плазма – четвертое состояние вещества» В.А. Орлов, С.В. Дорожкин, М.: Бином - 2005