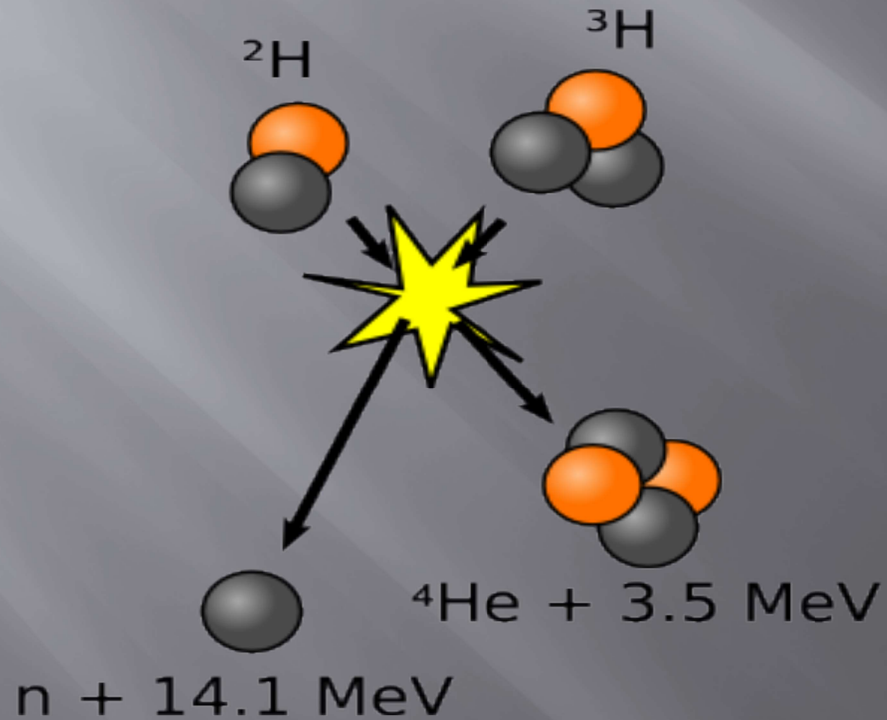


# ТЕРМОЯДЕРНАЯ РЕАКЦИЯ.



Гинц Денис  
Ученик 9 класса

# Термоядерный синтез.

Из четырёх основных источников ядерной энергии в настоящее время удалось довести до промышленной реализации только два: энергия радиоактивного распада утилизируется в источниках тока, а цепная реакция деления – в атомных реакторах. Третий (наиболее мощный) источник ядерной энергии – аннигиляция элементарных частиц пока не вышел из области фантастики. Четвертый же источник – управляемый термоядерный синтез, УТС, находится на повестке дня.

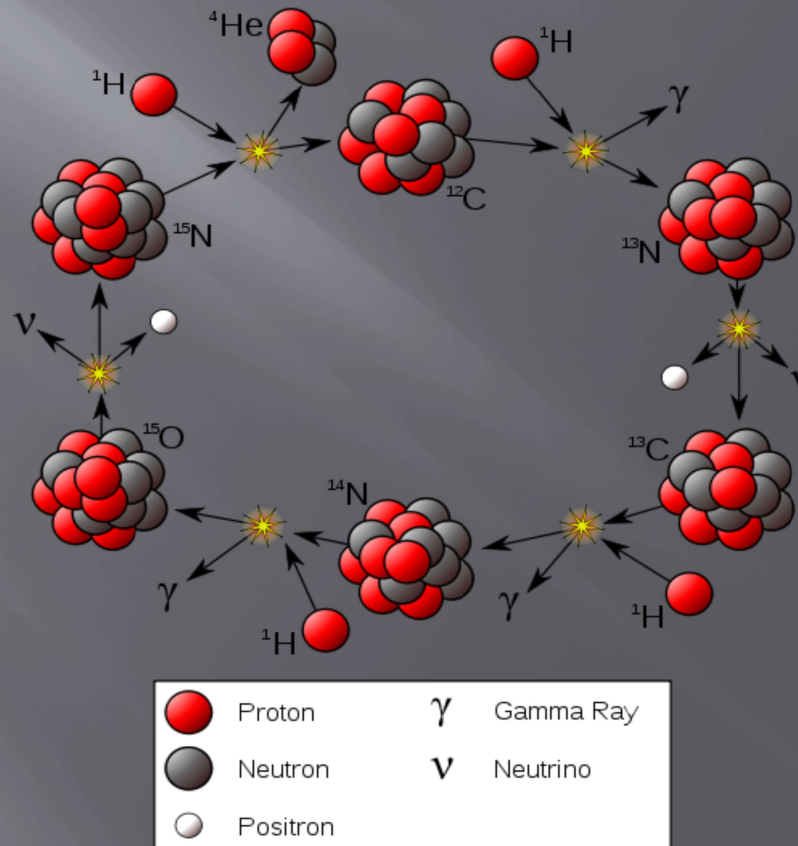
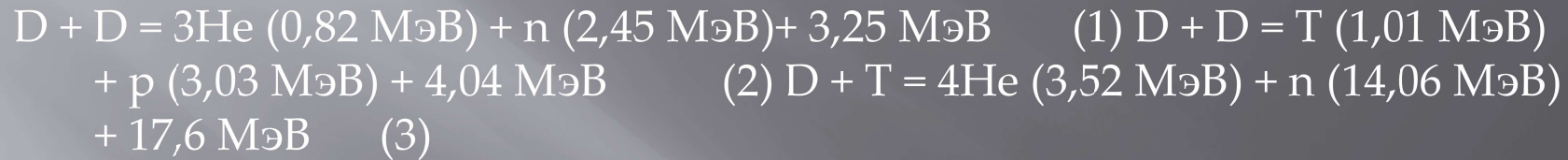
# ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА .

- Термоядерные реакции – реакции слияния (синтеза) лёгких атомных ядер в более тяжелые, происходящие при очень высоких температурах (порядка десятков миллионов градусов и выше).
- Ядерный синтез, термоядерный синтез - реакция слияния лёгких атомных ядер в более тяжелые ядра, происходящая при сверхвысокой температуре и сопровождающаяся выделением огромных количеств энергии. Ядерный синтез – это реакция, обратная делению атомов: в последней энергия выделяется за счёт расщепления тяжелых ядер на более лёгкие.

# Реакции ядерного синтеза .

В термоядерных реакторах используется энергия, выделяющаяся при слиянии легких атомных ядер.

Например:



	Реакция	Энерговыве- дение, МэВ	$\sigma_{\text{макс}}$ , бари (в области энергий $\leq 1$ МэВ)	Энергия налетающей ч-цы, соответствую- щая $\sigma_{\text{макс}}$ , МэВ
1	$p+p \rightarrow d+e^+ + \nu$	2,2	$10^{-23}$	—
2	$p+d \rightarrow {}^3\text{He} + \gamma$	5,5	$10^{-6}$	—
3	$p+t \rightarrow {}^4\text{He} + \gamma$	19,7	$10^{-4}$	—
4	$d+d \rightarrow t+p$	4,0	0,16 (при 2 МэВ)	2,0
5	$d+d \rightarrow {}^3\text{He} + n$	3,3	0,09	1,0
6	$d+d \rightarrow {}^4\text{He} + \gamma$	24,0	—	—
7	$d+t \rightarrow {}^4\text{He} + n$	17,6	5,0	0,13
8	$t+d \rightarrow {}^4\text{He} + n$	17,6	5,0	0,195
9	$t+t \rightarrow {}^4\text{He} + 2n$	11,3	0,10	1,0
10	$d+{}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + p$	18,4	0,71	0,47
11	${}^3\text{He} + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + 2p$	12,8	—	—
12	$n+{}^6\text{Li} \rightarrow {}^4\text{He} + t$	4,8	2,6	0,26
13	$p+{}^6\text{Li} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^3\text{He}$	4,0	$10^{-4}$	0,3
14	$p+{}^7\text{Li} \rightarrow 2{}^4\text{He} + \gamma$	17,3	$6 \cdot 10^{-3}$	0,44
15	$d+{}^6\text{Li} \rightarrow {}^7\text{Li} + p$	5,0	0,01	1,0
16	$d+{}^6\text{Li} \rightarrow 2{}^4\text{He}$	22,4	0,026	0,60
17	$d+{}^7\text{Li} \rightarrow 2{}^4\text{He} + n$	15,0	$10^{-3}$	0,2
18	$p+{}^9\text{Be} \rightarrow 2{}^4\text{He} + d$	0,56	0,46	0,33
19	$p+{}^9\text{Be} \rightarrow {}^6\text{Li} + {}^4\text{He}$	2,1	0,35	0,33
20	$p+{}^{11}\text{B} \rightarrow 3{}^4\text{He}$	8,7	0,6	0,675
21	$p+{}^{15}\text{N} \rightarrow {}^{12}\text{C} + {}^4\text{He}$	5,0	0,69 (при 1,2 МэВ)	1,2

$p$  — протон,  $d$  — дейтрон (ядро дейтерия  ${}^2\text{H}$ ),  $t$  — тритон (ядро трития  ${}^3\text{H}$ ),  $n$  — нейтрон,  $e^+$  — позитрон,  $\nu$  — нейтрино,  $\gamma$  — фотон.

# Обуздание термоядерного синтеза.

Разрабатываемое в наст. время (80-е гг.) устройство для получения энергии за счёт реакций синтеза лёгких ат. ядер, происходящих при очень вы

Различают два типа Т. р.:

- К первому типу относятся Т. р., к-рым необходима энергия от внеш. источников только для зажигания термояд. реакций. Далее реакции поддерживаются за счёт энергии, выделяющейся в плазме при термояд. реакцияхсоких темп-рах ( $\approx 10^8$  К).
- К др. типу Т. р. относятся реакторы, в к-рых для поддержания горения реакций недостаточно энергии, выделяющейся в виде  $\alpha$ -частиц, а необходима энергия от внеш. источников. Это происходит в тех реакторах, в к-рых велики энергетич. потери, напр. открытая магнитная ловушка.

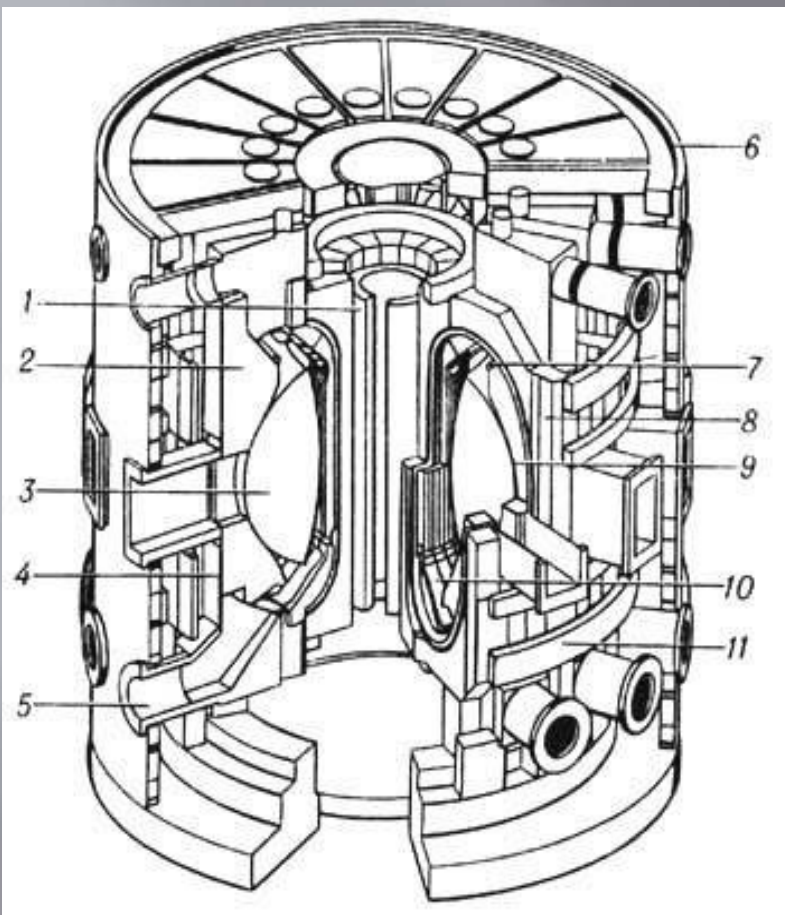
# Термоядерный реактор.

Разрабатываемое в 1990-х гг. устройство для получения энергии за счёт реакций синтеза лёгких атомных ядер, происходящих в плазме при очень высоких темп-рах ( $10^8$  К).  
Осн. требование, к-рому должен удовлетворять Т. р., заключается в том, чтобы энерговыделение в результате *термоядерных реакций* (ТР) с избытком компенсировало затраты энергии от внеш. источников на поддержание реакции.

# Существует 2 вида реакторов:

1. Реакторы, к-рым энергия от внеш. источников необходима только для зажигания ТР. Далее реакции поддерживаются за счёт энергии, выделяющейся в плазме при ТР.
2. Реакторы, в к-рых для поддержания горения реакций недостаточно энергии, выделяющейся в плазме в виде заряж. продуктов реакций, а необходима энергия от внеш. источников. Такие реакторы принято называть реакторами с поддержанием горения термоядерных реакций. Это происходит в тех Т. р., где велики энергетические потери.





Международный термоядерный экспериментальный реактор ИТЭР: 1 - центральный соленоид; 2 - бланкет - защита; 3 - плазма; 4 - вакуумная стенка; 5 - трубопровод откачки; 6- криостат; 7- катушки активного управления; 8 - катушки тороидального магнитного поля; 9 - первая стенка; 10 - диверторные пластины; 11 - катушки полоидального магнитного поля.