Вы уже знаете, что в середине ХХ в. возникла проблема поиска новых источников энергии. В связи с этим внимание учёных привлекли термоядерные реакции.

Термоядерной называется реакция слияния лёгких ядер (таких как водород, гелий и др.), происходящая при температурах от десятков до сотен миллионов градусов.

Создание высокой температуры необходимо для придания ядрам достаточно большой кинетической энергии - только при этом условии ядра смогут преодолеть силы электрического отталкивания и сблизиться настолько, чтобы попасть в зону действия ядерных сил. На таких малых расстояниях силы ядерного притяжения значительно превосходят силы электрического отталкивания, благодаря чему возможен синтез (т.е. слияние, объединение) ядер.

В § 58 на примере урана было показано, что при делении тяжёлых ядер может выделяться энергия. В случае с лёгкими ядрами энергия может выделяться при обратном процессе - при их синтезе. Причём реакция синтеза лёгких ядер энергетически более выгодна, чем реакция деления тяжёлых (если сравнивать выделившуюся энергию, приходящуюся на один нуклон).

Примером термоядерной реакции может служить слияние изотопов водорода (дейтерия и трития), в результате чего образуется гелий и излучается нейтрон.

Это первая термоядерная реакция, которую учёным удалось осуществить. Она была реализована в термоядерной бомбе и носила неуправляемый (взрывной) характер.

Как уже было отмечено, термоядерные реакции могут идти с выделением большого количества энергии. Но для того чтобы эту энергию можно было использовать 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 (почти полностью ионизированный газ), в которой и происходит синтез ядер. Плазма не должна соприкасаться со стенками установки, в которой она находится, иначе стенки обратятся в пар. В настоящее время для удерживания плазмы в ограниченном пространстве на соответствующем расстоянии от стенок применяются очень сильные магнитные поля.

Термоядерные реакции играют важную роль в эволюции Вселенной, в частности в преобразованиях химических веществ в ней.

Благодаря термоядерным реакциям, протекающим в недрах Солнца, выделяется энергия, дающая жизнь обитателям Земли.

Наше Солнце излучает в пространство свет и тепло уже почти 4,6 млрд лет. Естественно, что во все времена учёных интересовал вопрос о том, что является «топливом», за счёт которого на Солнце вырабатывается огромное количество энергии в течение столь длительного времени.

На этот счёт существовали разные гипотезы. Одна из них заключалась в том, что энергия на Солнце выделяется в результате химической реакции горения. Но в этом случае, как показывают расчёты, Солнце могло бы просуществовать всего несколько тысяч лет, что противоречит действительности.

Оригинальная гипотеза была выдвинута в середине XIX в. Она состояла в том, что увеличение внутренней энергии и соответствующее повышение температуры Солнца происходит за счёт уменьшения его потенциальной энергии при гравитационном сжатии. Она тоже оказалась несостоятельной, так как в этом случае срок жизни Солнца увеличивается до миллионов лет, но не до миллиардов.

Предположение о том, что выделение энергии на Солнце происходит в результате протекания на нём термоядерных реакций, было высказано в 1939 г. американским физиком Хансом Бете.

Им же был предложен так называемый водородный цикл, т.е. цепочка из трёх термоядерных реакций, приводящая к образованию гелия из водорода, где частица, называемая «нейтрино», что в переводе с итальянского означает «маленький нейтрон».

Чтобы получились два ядра, необходимые для третьей реакции, первые две должны произойти дважды.

Вы уже знаете, что в соответствии с формулой с уменьшением внутренней энергии тела уменьшается и его масса.

Чтобы представить, какое колоссальное количество энергии теряет Солнце в результате превращения водорода в гелий, достаточно знать, что масса Солнца ежесекундно уменьшается на несколько миллионов тонн. Но, несмотря на потери, запасов водорода на Солнце должно хватить ещё на 5-6 миллиардов лет.

Такие же реакции протекают в недрах других звёзд, масса и возраст которых сравнимы с массой и возрастом Солнца.