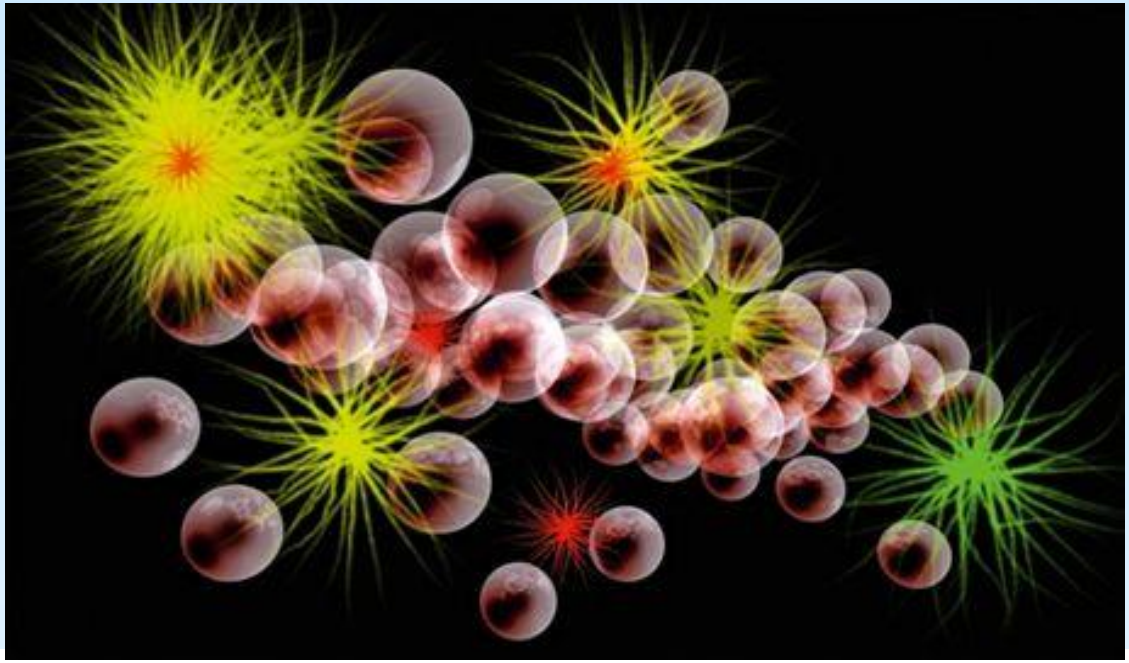
*Энергия связи и устойчивость ядер

Выполнили студенты гр. РБ-10:

Егасова Т.Ю.

Попова М.В.

Приняла: Гостюхина В.В.



Сильное ядерное взаимодействие — одно из четырёх фундаментальных взаимодействий в физике. Сильное взаимодействие действует в масштабах атомных ядер и меньше, отвечая за притяжение между нуклонами в ядрах и между кварками в адронах.

В сильном взаимодействии участвуют кварки и глюоны, а также составленные из них элементарные частицы, называемые **адронами**.

* Энергия связи

Энергия связи атомных ядер – та энергия, которая необходима для полного расщепления ядра на отдельные частицы.
Закон сохранения энергии → энергия связи равна той энергии, которая выделается при образовании ядра из отдельных частиц.

Уравнение Эйнштейна между массой и энергией:

$$E = mc^2$$

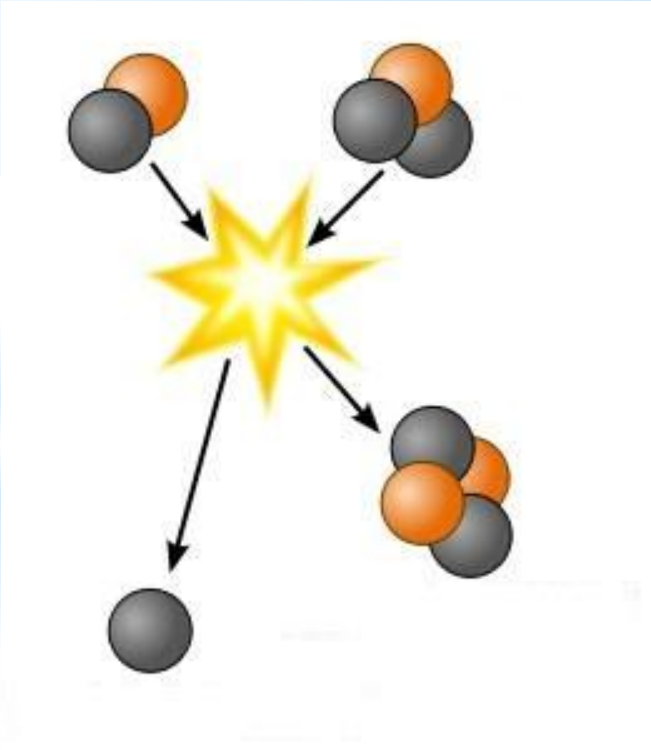
Точнейшие измерения масс ядер → масса покоя ядра $M_я$ всегда меньше суммы масс покоя слагающих его протонов и нейтронов:

$$M_я < Zm_p + Nm_n$$

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_я$$

- дефект массы.

$$\Delta M > 0$$

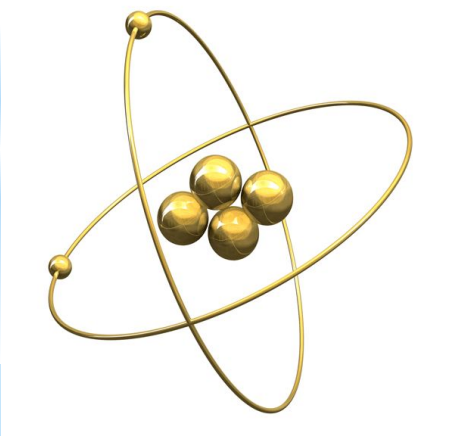


Уменьшение массы при образовании ядра из частиц уменьшается энергия этой системы частиц на значение энергии связи $\Delta E_{св}$:

$$\Delta E_{св} = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M_я)c^2$$

- ядро образуется из частиц;
- частицы за счет действия ядерных сил на малых расстояниях устремляются с огромным ускорением друг к другу;
- излучаются γ- кванты с энергией $\Delta E_{св}$ и массой $\Delta M = \frac{\Delta E_{св}}{c^2}$

Пример: образование 1 г гелия сопровождается выделением такой же энергии, что и сгорание 1 вагонов каменного угла.

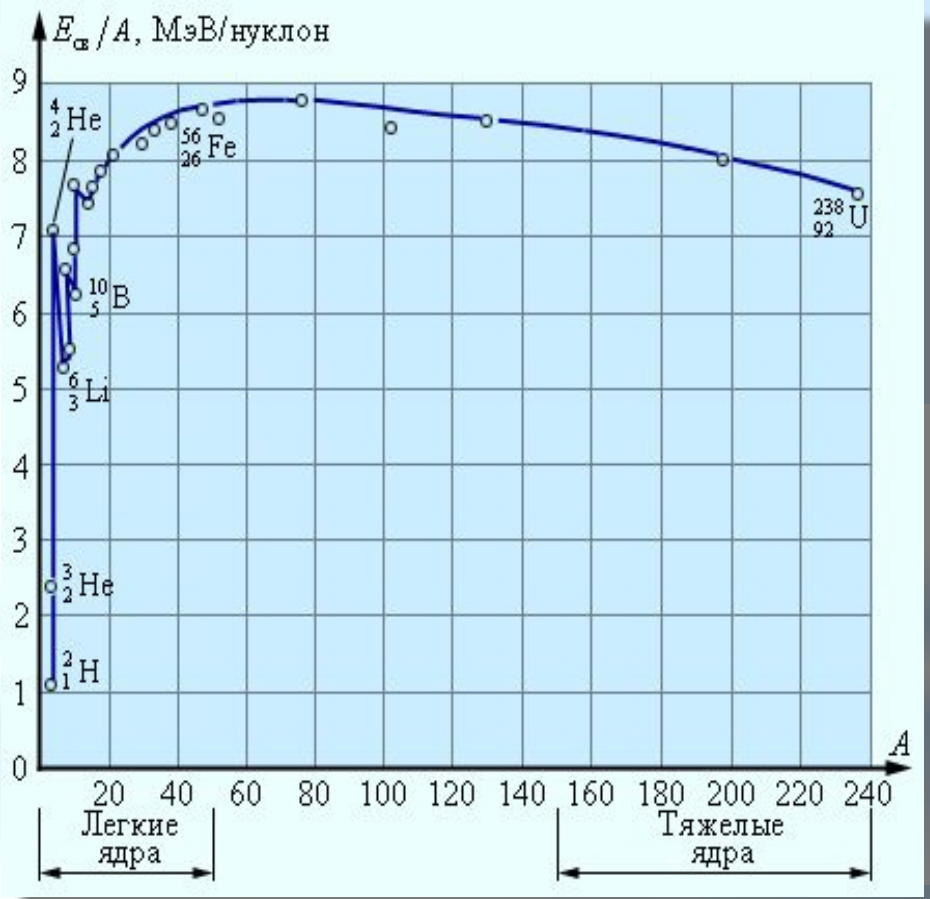


=

*Удельная энергия связи – энергия связи, приходящаяся на одну ядерную частицу от массового числа А.

- Для ядра гелия удельная энергия связи приблизительно равна 7,1 МэВ/нуклон

- Максимальную энергию связи (8,6 МэВ/нуклон) имеют элементы с массовыми числами от 50 до 60. Ядра этих элементов наиболее устойчивы.



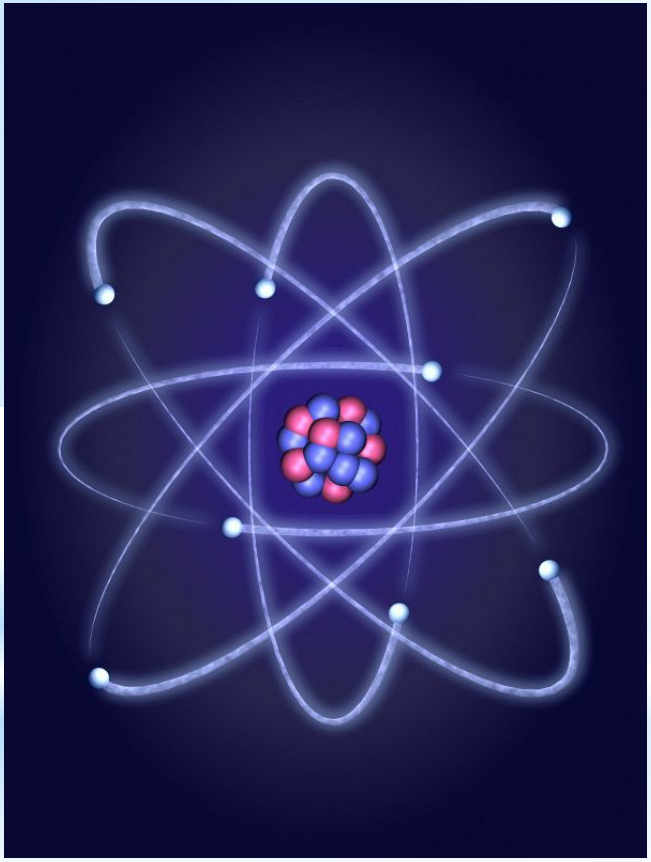
Уменьшение удельной энергии связи у **легких** элементов объясняется **поверхностными эффектами.**

- Ядерные силы являются короткодействующими.
- Нуклоны, находящиеся на поверхности ядра, взаимодействуют с меньшим числом соседей, чем нуклоны внутри ядра.

- Энергия связи нуклонов на поверхности меньше, чем у нуклонов внутри ядра.
- Чем больше ядро, тем большая часть от общего числа нуклонов оказывается на поверхности энергия связи в среднем на один нуклон меньше у легких ядер.

У **тяжелых ядер** удельная энергия связи уменьшается за счет растущей с увеличением Z кулоновской энергии отталкивания протонов. Кулоновские силы стремятся разорвать ядро.

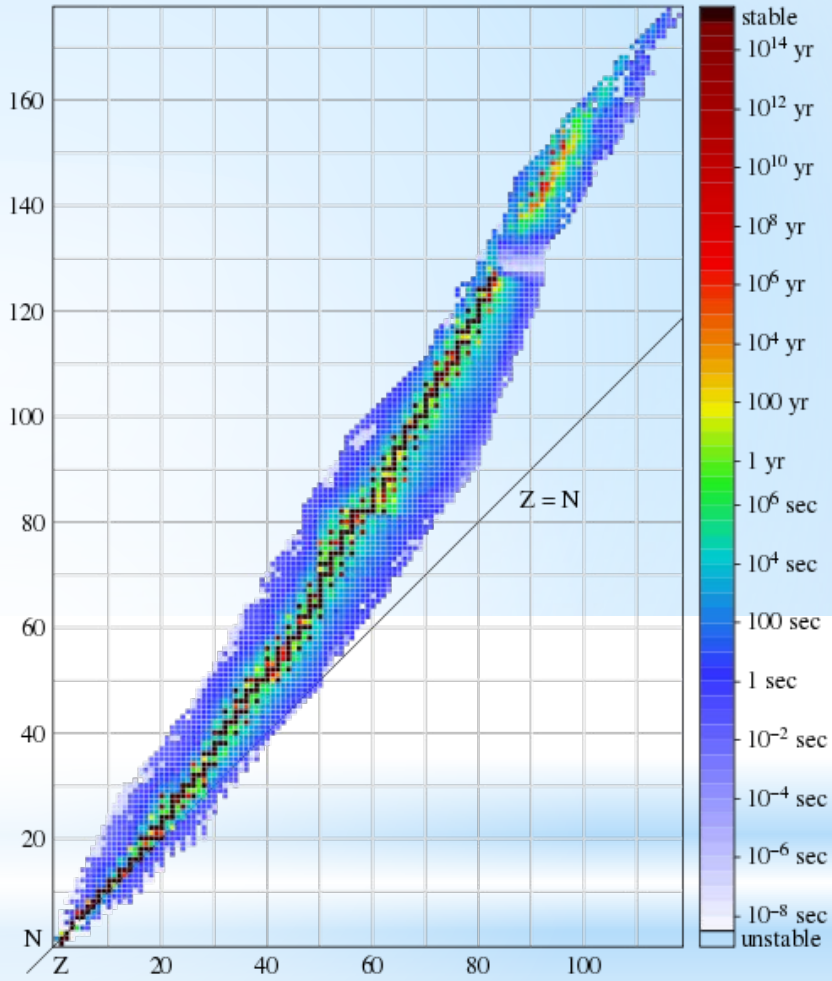
* Устойчивость ядра



Чем больше энергия связи, тем больше ***устойчивость ядра***.

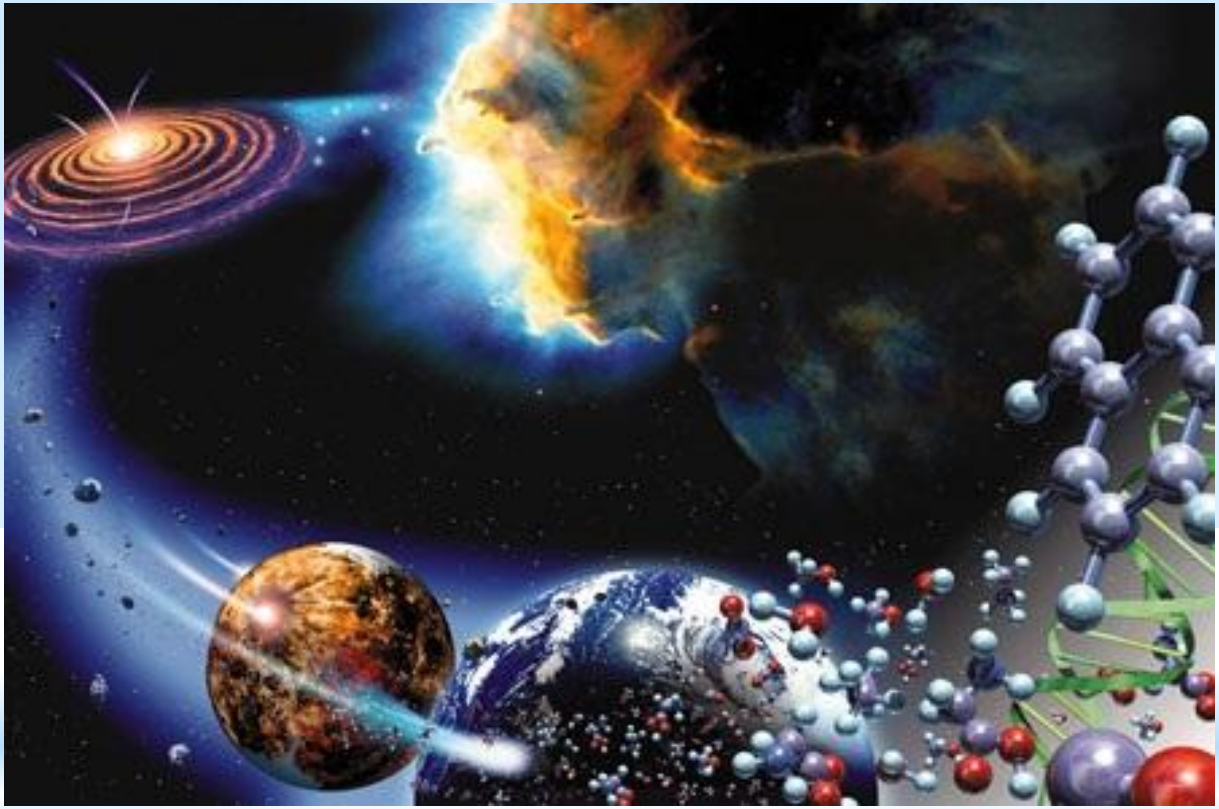
Наибольшая устойчивость для легких ядер достигается тогда, когда они состоят из **одинакового числа протонов и нейтронов**. Для более тяжелых ядер максимальная устойчивость достигается небольшим *избытком* нейтронов – сказывается кулоновское отталкивание положительно заряженных протонов.

Детальные исследования показали, что устойчивость ядер также существенно зависит от параметра $(A-Z)/Z$ — отношения чисел нейтронов и протонов. Ядра лёгких нуклидов наиболее устойчивы при $(A-Z)/Z$ =1. С ростом массового числа всё более заметным становится электростатическое отталкивание между протонами, и область устойчивости сдвигается к значениям $(A-Z)/Z > 1$. Для наиболее тяжёлых ядер $(A-Z)/Z \approx 1{,}5$.



Зависимость числа нейтронов N от числа протонов Z в атомных ядрах (N=A-Z).

* Знаете ли вы?

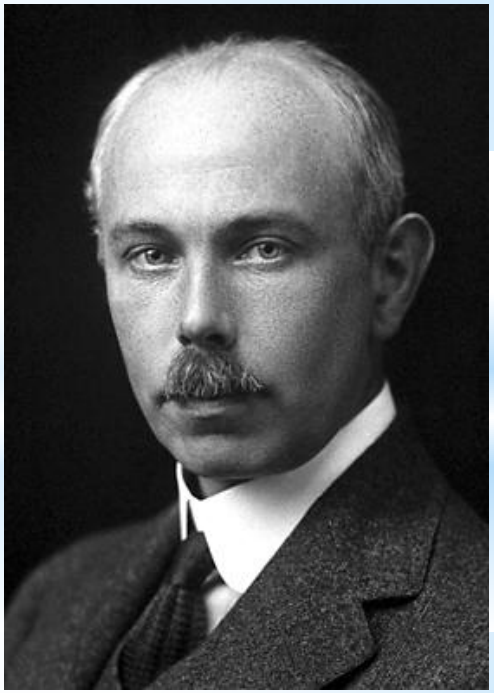


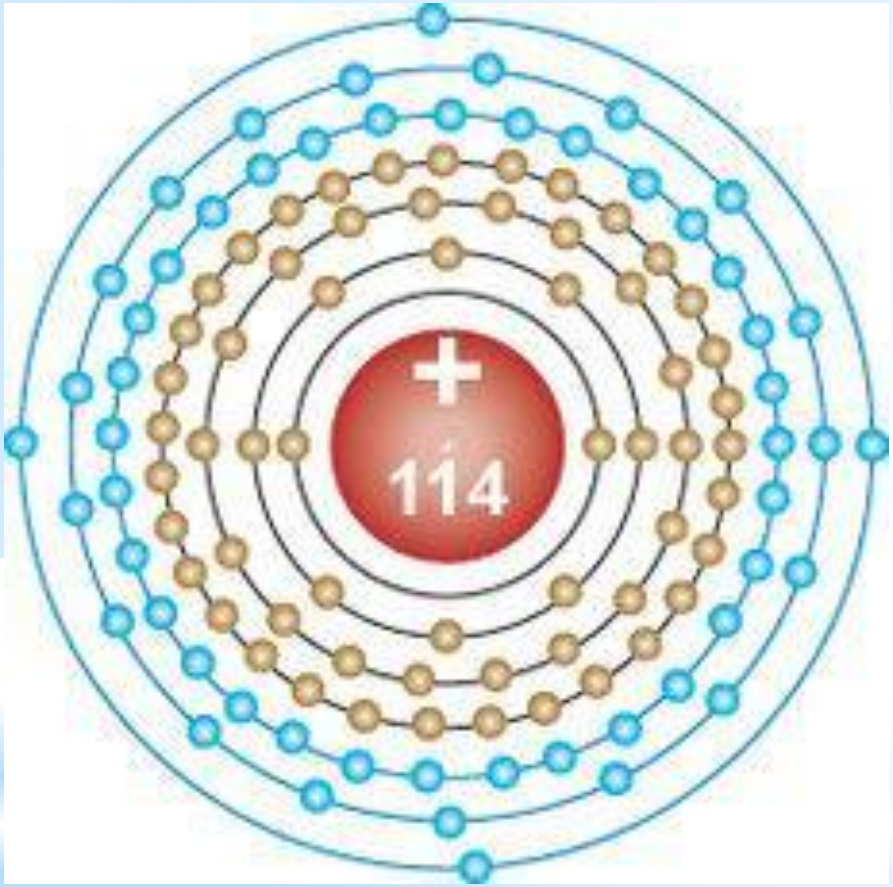
Именно энергия связи «отвечает» за устойчивость планетных систем, молекул, атомов и их ядер.

Причины неудач алхимиков в попытках превратить один химический элемент в другой, т.е. преобразовать ядра атомов, кроются в том, что энергия связи в ядрах (в расчете на одну частицу) примерно в миллион раз (!) превышает химическую энергию связи атомов между собой.

В 1915 году американский физик Уильям Харкинс ввел понятие «дефект масс».

Английский ученый Фрэнсис Астонв 1927 году впервые построил кривую, описывающую энергию связи атомных ядер и вошедшую затем в школьные учебники.

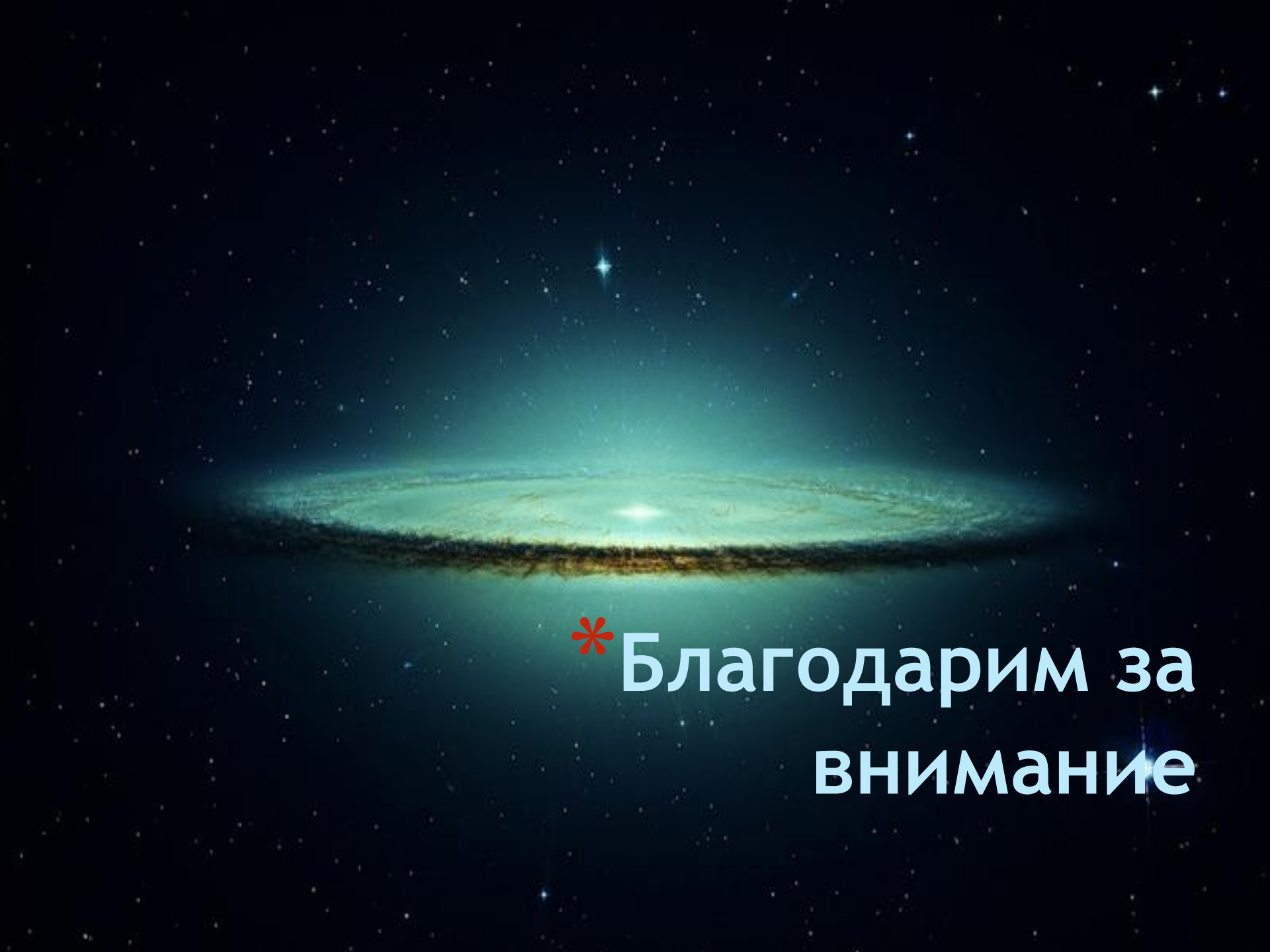




Ядра атомов, содержащие определенные, так называемые магические, числа протонов и нейтронов, обладают повышенными значениями энергии связи и большей устойчивостью к распаду. Поиски подобных ядер, образующих как бы «острова» стабильности за пределами таблицы Менделеева, привели к успеху - в подмосковной Дубне был синтезирован 114-й химический элемент.

* Использованные источники

1. Г. Фраунфельдер, Э. Хенли, Субъатомная физика. –М.: «Мир», 1979;
2. Кравцов В.А. Масса атомов и энергии связи ядер. –М.: Атомиздат, 1974;
3. http://ru.wikipedia.org/wiki/ru.wikipedia.org/wiki/Атомное ядро ;
4. http://www.physics.ru/courses/op25part2/content/chapter6/section/paragraph6/theory.html Энергия связи ядер;
5. http://class-fizika.narod.ru/at11.htm Энергия связи атомных ядер;
6. http://sfiz.ru/page.php?id=124 Энергия Связи и Дефект Массы Ядра;



*Благодарим за внимание