

# Деление ядер урана

Открыто в 1938 г. немецкими учеными  
О. Ганом и Ф. Штрассманом.



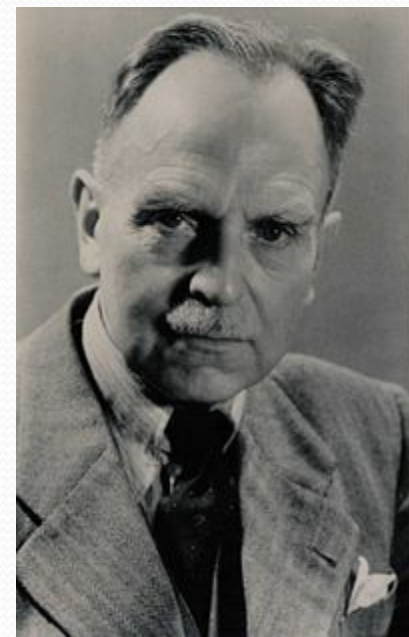
Лиза Мейтнер  
1878-1968



Отто Роберт  
Фриш  
1904-1979



Фриц  
Штрассман  
1902-1980



Отто Ган  
(1879-1968)

Истолкование было дано в начале 1939 г.  
английским физиком О. Фришем  
совместно с австрийским физиком  
Л. Мейтнер.

Масса покоя тяжелого ядра больше суммы масс покоя осколков, возникающих при делении.



Выделение энергии, эквивалентной уменьшению массы покоя, сопровождающему деление.

Полная масса сохраняется, так как масса движущихся с большой скоростью осколков превышает их массу покоя.



**Возможно деление ядра.**

- Удельная энергия связи ядер атомов, занимающих в периодической системе последние места ( $A$  около 200), примерно на 1 МэВ/нуклон меньше удельной энергии связи в ядрах элементов, находящихся в середине периодической системы ( $A$  около 100).
- Система после деления переходит в состояние с минимальной внутренней энергией, так как чем больше энергия связи ядра, тем большая энергия должна выделяться при образовании ядра и тем меньше внутренняя энергия образовавшейся вновь системы.



Процесс деления тяжелых ядер на ядра элементов средней части периодической системы является «энергетически выгодным».

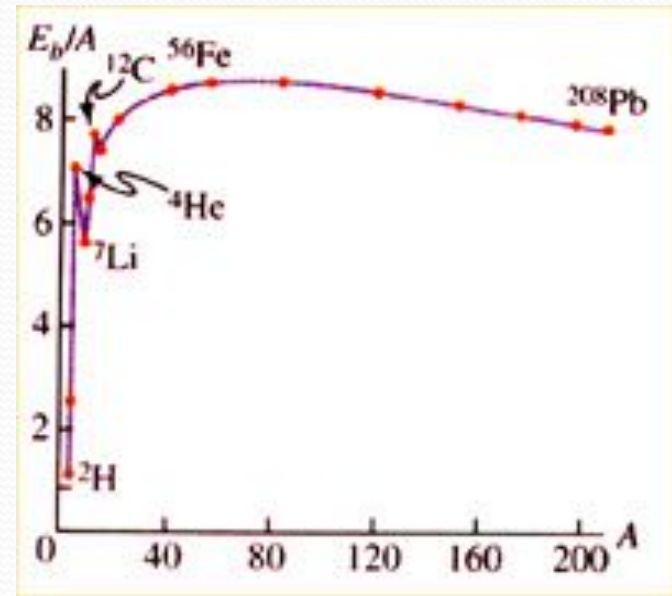


График зависимости удельной энергии связи от массового числа.

# Механизм деления ядра.

Вынужденное деление на основе капельной модели ядра:

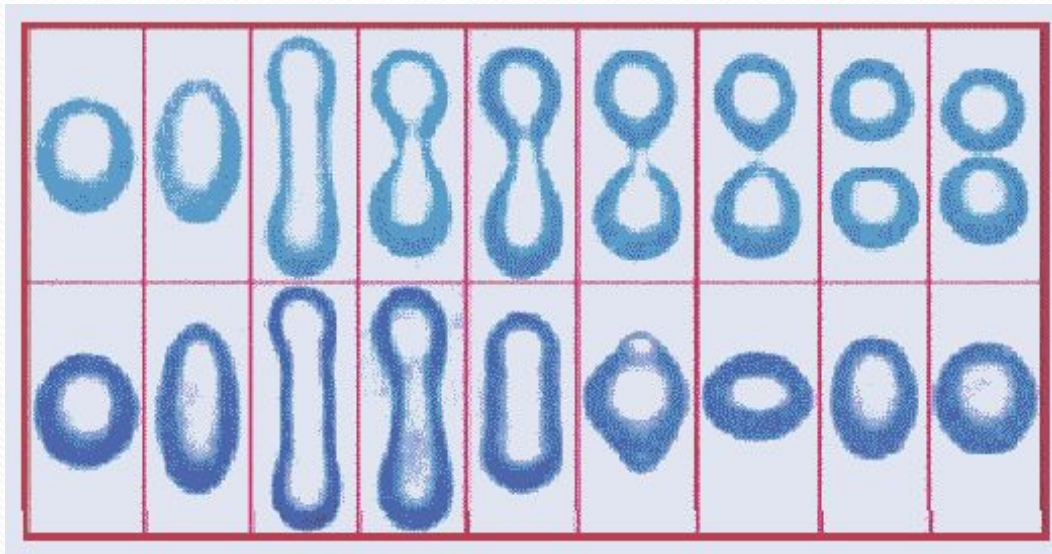
- Ядро (простейшая модель) представляется в виде сферы с электрическим зарядом, равномерно распределенным по всему объему.
- Когда ядро  $^{235}\text{U}$  поглощает нейтрон, приобретенная энергия идет на



либо на возбуждение нуклонов сферического ядра



либо на его деформацию (нуклоны не возбуждены).



Ядро удлиняется до седловидной точки (сила отталкивания между зарядами а концах вытянутого ядра становится больше чем притягивающая ядерная сила).

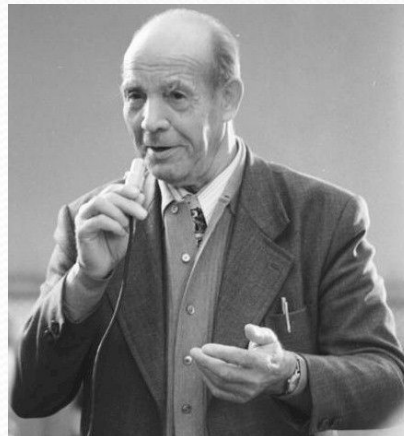


Ядро делится на два осколка.

- За счет электростатических сил отталкивания осколки разлетаются со скоростью  $V = \frac{1}{30}c$  (превращение энергии деления примерно 200 МэВ в кинетическую энергию осколков ядра примерно 168 МэВ).
- Эти осколки неравной массы, сильно радиоактивны, так как содержат избыточное количество нейтронов.
- В результате серии последовательных  $\beta$ -распадов получаются стабильные изотопы.
- Осколки приобретают форму сферы.
- Избыточная энергия уносится нейтронами и  $\gamma$ -лучами.
- Тяжелые ядра делятся намного чаще легких: чем больше протонов в ядре, тем больше силы отталкивания между концами деформированного ядра, меньше требуется дополнительной энергии.
- Ядро урана может делиться спонтанно (самопроизвольно). Открыто советскими физиками Г. Н. Флеровым и К. А. Петржаком в 1940 году. Период полураспада  $=10^{16}$  лет.



Георгий  
Николаевич  
Флеров  
1913–1990



Константин  
Антонович  
Петржак  
1907 - 1998

# Испускание нейтронов в процессе деления

В процессе деления испускается 2-3 нейтрона. => Возможно практическое использование внутриядерной энергии.

Отношение числа нейтронов к числу протонов в стабильных ядрах возрастает с повышением атомного номера.



У осколков относительное число нейтронов оказывается большим, чем это допустимо для ядер атомов, находящихся в середине таблицы Менделеева.



Несколько нейтронов освобождается в процессе деления. Их энергия имеет различные значения – от нескольких миллионов электрон-вольт до совсем малых, близких к нулю.