

Ядерная геофизика

Характеристика нейтронов

Исполнитель: Жаков

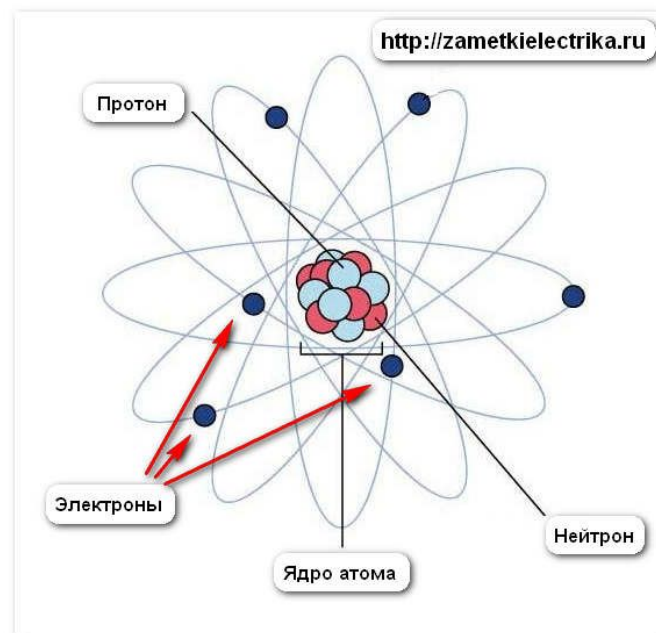
Н.Е.
Руководитель: Гершанок

В.А.

Пермь 2016

Нейтрон

- элементарная частица, не имеющая электрического заряда и с массой в одну атомную единицу
- нейтральная частица, относящаяся к классу барионов. Вместе с протоном нейтрон образует атомные ядра. Масса нейтрона $m = 938.57 \text{ МэВ}/c^2 \approx 1.675 \cdot 10^{-24} \text{ г}$.
- время жизни свободного нейтрона $t_n \approx 890 \text{ сек}$. В составе атомного ядра нейтрон может быть столь же стабилен, как и протон.
- нейтрон, будучи адроном, участвует в сильном взаимодействии.
- нейтрон был открыт в 1932 г. Дж. Чедвиком.
- нейтрон нестабилен в свободном состоянии.



Нейтронное излучение

представляет собой поток ядерных частиц, не имеющих электрического заряда.

НЕЙТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

ПОТОК НЕЙТРАЛЬНЫХ, НЕЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ, ОБЛАДАЮЩИХ ОГРОМНОЙ ПРОНИКАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ.

В БОЛЬШИНСТВЕ СЛУЧАЕВ ПОГЛОЩЕНИЕ ЯДРАМИ НЕЙТРОНОВ ПРИВОДИТ К ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЮ

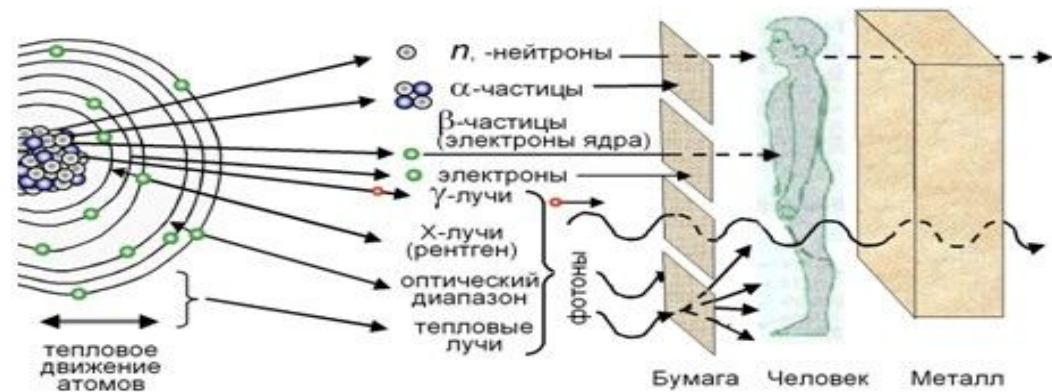


Бетонная плита задерживает α -излучение, β -излучение, γ -излучение и нейтронное излучение

MyShared

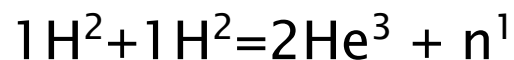
Свойства

- Так как нейтроны не имеют заряда, они не взаимодействуют с ядрами и поэтому достаточно глубоко проникают в вещество.
- Нейтроны входят в состав ядер всех химических элементов (кроме H) и связаны внутри атомными силами
- В свободном состоянии они не стабильны и распадаются с периодом полураспада 11.7 мин, переходя в протон и испуская β -частицу (электрон)
- Поглощающие нейтроны элементы, называют нейтроно-поглощающими
- В свободном состоянии нейтроны существуют редко.(космические лучи, при распаде урана и тория и при облучении горных пород α -частицами при распаде естественных элементов



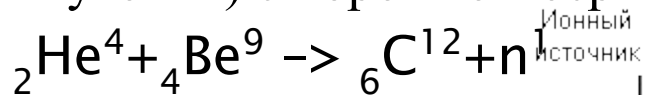
Получение нейтронов

Для получения нейтронов обычно используют специальные генераторы, которые являются управляемыми источниками нейтронов и представляют собой малогабаритные ускорители заряженных частиц. В качестве таких частиц используют ядра тяжелого водорода – дейтерия 1H^2 . Они разгоняются в электрическом поле высокой напряженности и бомбардируют тонкие мишени из материалов, насыщенных дейтерием или сверхтяжелым водородом – тритием 1H^3



$1\text{H}^2 + 1\text{H}^3 = 2\text{He}^4 + n^1$ - чаще используется, выход нейтронов до 10^6 нейтр/с

Также используют смеси естественных α – излучателей (полония, радия, плутония) с порошком бериллия или бора.



Энергия нейтронов

Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии, но она существенно выше, чем у альфа- или бета-частиц.

Энергия нейтронов изменяется в очень широких пределах и в зависимости от нее нейтроны условно делятся на следующие группы:

- 1) Быстрые ($E > 0,5\text{МэВ}$);
- 2) Промежуточные (от 1КэВ до $0,5\text{МэВ}$);
- 3) Медленные ($E < 1\text{КэВ}$);
- 4) Резонансные (от 1 до 100эВ);
- 5) Надтепловые ($E = 0,05\text{эВ}$);
- 6) Тепловые ($E = 0,025\text{эВ}$);
- 7) Холодные ($E < 0,5\text{эВ}$);

Если энергию нейтронов выразить в электронвольтах, а скорость в сантиметрах в секунду, то эта зависимость имеет вид

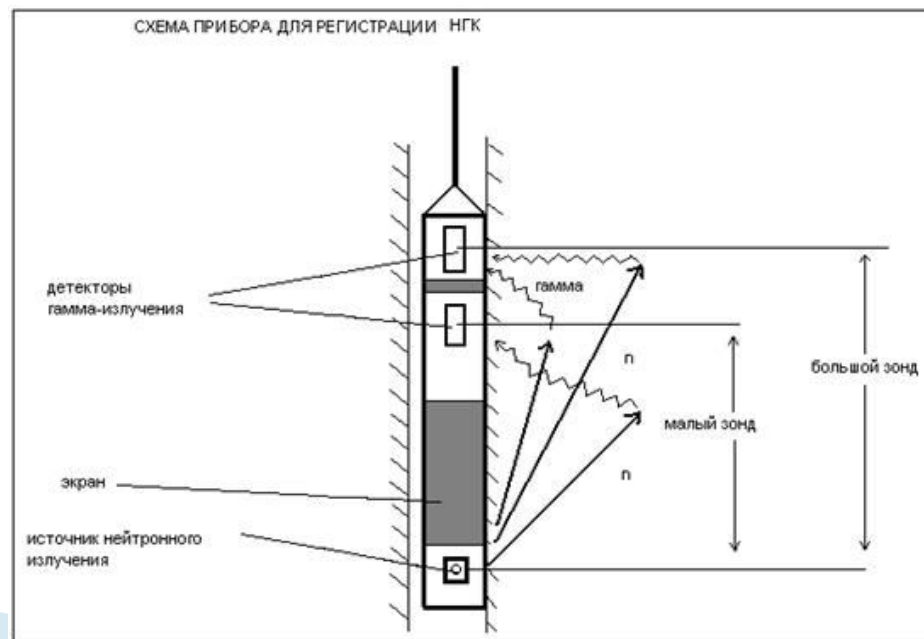
$$V=1,38*10^6 *E^{0,5}$$

Таким образом, скорость тепловых нейтронов составляет около 2,2 км/с.

При прохождении нейтронов в среде и в результате механического воздействия на ядра элементов нейтроны сначала уменьшают свою кинетическую энергию и замедляются, а затем, становясь тепловыми, поглощаются ядрами нейтронопоглощающих элементов.

Наибольшее потеря энергии, а значит наибольшее замедление, наблюдается при соударении с ядром, имеющим равную с нейтроном массу (ядро водорода).

Следовательно, водород является аномально высоким замедлителем нейтронов. Это свойство используется для изучения водородсодержащей среды, а на основании этого изучается ряд физических свойств горных пород, в частности, коэффициенты пористости, водо-, нефте-, газонасыщения (по методам ГИС ННГ и НГК, ИННК). Кроме того, водородсодержащие среды используются в качестве защитных материалов от нейтронов.



Поглощающая способность

Поглощение нейтронов зависит от присутствия в породе элементов с высоким сечением поглощения нейтронов количественно характеризуется нейтронным эффективным сечением σ . Полное сечение равняется сумме отдельных сечений, $\sigma = \sigma_p + \sigma_z$. Нейтронное сечение выражается в барнах (1 барн = 10^{-24} см² /ядро)

Некоторые основные аномальные поглотители тепловых нейтронов (по Ю.И. Горбачеву)

| Элемент | Среднее содержание, г/т | σ_z , барн |
|-----------|-------------------------|-------------------|
| Гадолиний | 4,5 | 49000 |
| Самарий | 5,25 | 5800 |
| Кадмий | 0,3 | 2450 |
| Бор | 110 | 760 |
| Ртуть | 0,023 | 375 |
| Гафний | 6 | 102 |
| Золото | 0,001 | 99 |
| Литий | 60 | 71 |
| Хлор | | 33 |

Заключение

Проникающая способность нейтронов очень велика по причине отсутствия заряда и, как следствие, слабого взаимодействия с веществом они проникают достаточно глубоко. Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии и состава атомов вещества, с которыми они взаимодействуют.

Свойства нейтронов поглощаться ядрами различных элементов широко используется на практике для определения содержаний элементов в породе, а так же для определения коэффициентов пористости, водо-, нефте-, газонасыщения в ГИС.