

**Интегрированный ( математика- физика)  
урок изучения нового материала с  
использованием Интернет-ресурсов.**

**Тема: «Радиоактивность.  
Период радиоактивного распада  
и дифференциальные уравнения»**

# Цель урока:

- I. Повторить и расширить знания учащихся по основным темам раздела "Ядерная физика".*
- II. Изучить новые физические процессы и явления, используя дифференциальные уравнения.*
- III. Рассмотреть необходимость защиты от действия радиоактивного излучения.*
- V. Используя Интернет-ресурсы, найти дополнительные сведения по теме урока.*

# Ход урока

1. Подготовка к восприятию нового материала  
(фронтальная беседа)

Вопросы:

1. Историческая справка об открытии радиоактивности
2. Опыт Резерфорда по изучению строения атома.
3. Квантовые постулаты Бора. Какова их роль?
4. Каков состав атомного ядра?
5. Что такое стабильность ядра?
6. Что такое энергия связи нуклонов в ядре?

# II. Изучение нового материала.

**Задача** интегрированного урока следующая:

*показать, что многие процессы природы, можно описать с помощью математических уравнений. Недаром говорят: «Математика- царица всех наук».*

**План:**

**Естественная радиоактивность**

**Дифференциальные уравнения.**

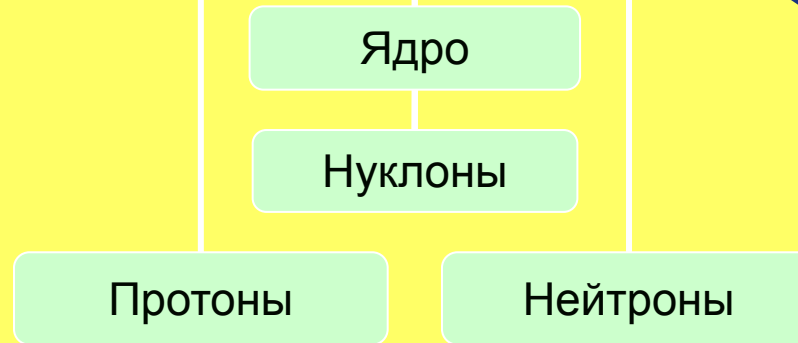
**Период полураспада**

**Биологическое действие радиации**

**Тесты**

# Модель ядра

1932 г Иваненко и Гейзенберг предложили протонно-нейтронную модель атомного ядра

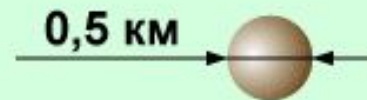


МАССА ПРОТОНА ИЛИ НЕЙТРОНА  
В 1840 РАЗ БОЛЬШЕ МАССЫ ЭЛЕКТРОНА



ПОЭТОМУ ПРАКТИЧЕСКИ ВСЯ МАССА  
АТОМА СОСРЕДОТОЧЕНА В ЕГО ЯДРЕ

ПЛОТНОСТЬ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА  
ОГРОМНА -  $100 \times 10^6$  ТОНН В  $1 \text{ см}^3$



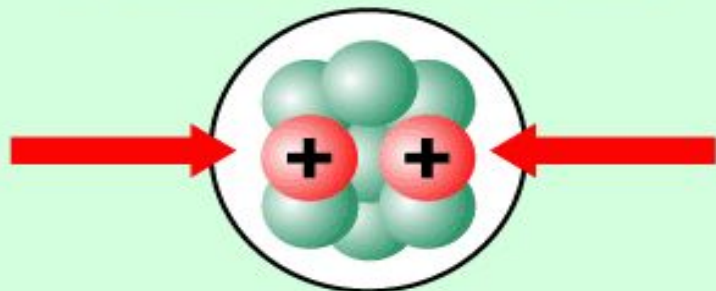
ШАР, СОСТОЯЩИЙ ИЗ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА,  
ДИАМЕТРОМ 0,5 км РАВЕН ПО ВЕСУ ЗЕМНОМУ ШАРУ



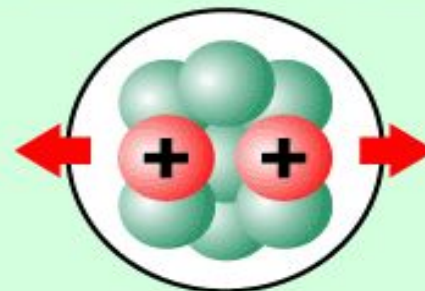
Силы, связывающие нуклоны в ядре, называются **ядерными**.  
Ядерные силы короткодействующие (радиус действия  $10^{-15}$  м)  
Ядерные силы  $\gg$  сил электрического взаимодействия зарядов  
Ядерные силы действуют между нуклонами независимо от их заряда (протон-протон, нейтрон-протон, нейтрон-нейтрон)  
Каждый нуклон взаимодействует только с ограниченным числом ближайших к нему нуклонов

### СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В ЯДРЕ

МЕЖДУ ЧАСТИЦАМИ, ВХОДЯЩИМИ В ЯДРО, ДЕЙСТВУЮТ ОСОБЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ - ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ



МЕЖДУ ПРОТОНАМИ ЯДРА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИ ОДНОИМЕННО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ, ДЕЙСТВУЮТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ



ПО СВОЕЙ ВЕЛИЧИНЕ ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ОГРОМНЫ И ЗНАЧИТЕЛЬНО ПРЕВОСХОДЯТ СИЛЫ ВЗАИМНОГО ОТТАЛКИВАНИЯ ПРОТОНОВ

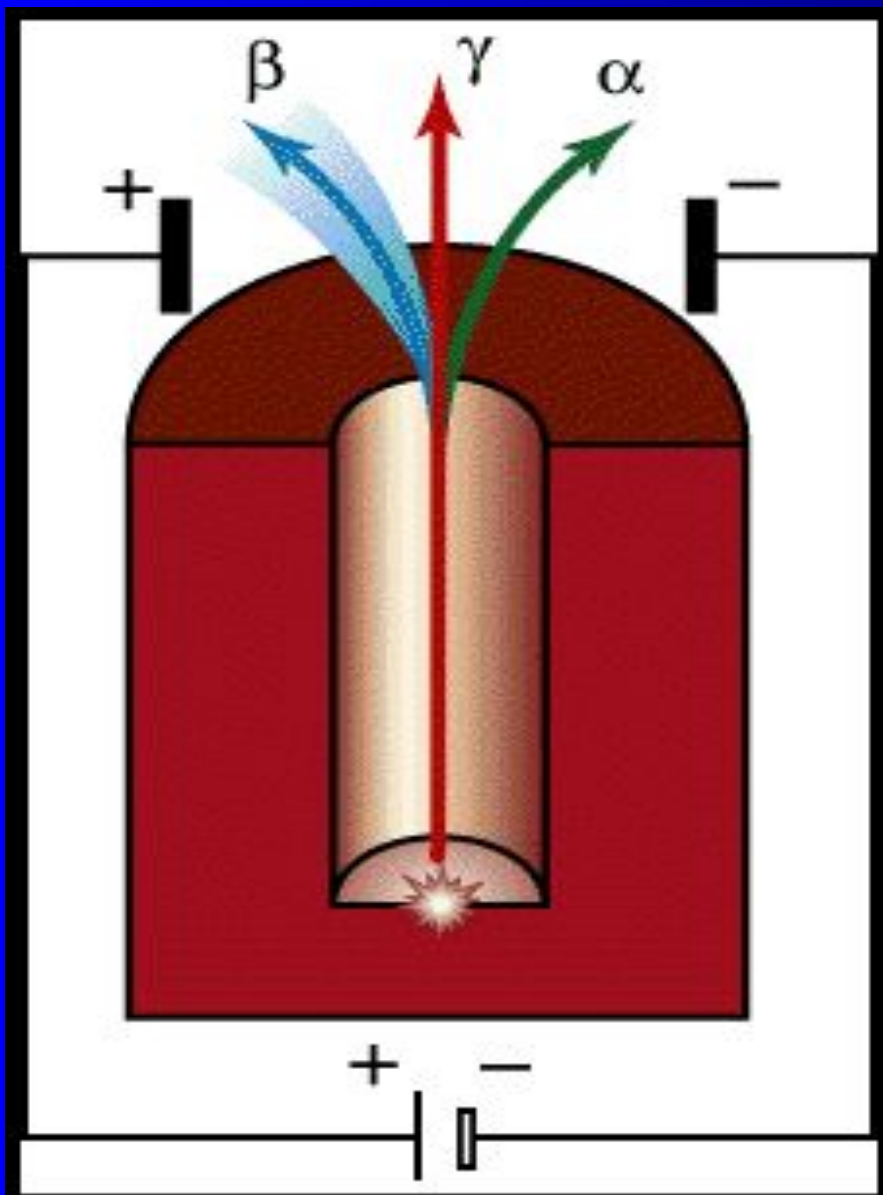
# Виды радиоактивности

**Естественная радиоактивность** - радиоактивность, наблюдаемая у неустойчивых изотопов, существующих в природе. У больших ядер нестабильность возникает вследствие конкуренции между притяжением нуклонов ядерными силами и кулоновским отталкиванием протонов.

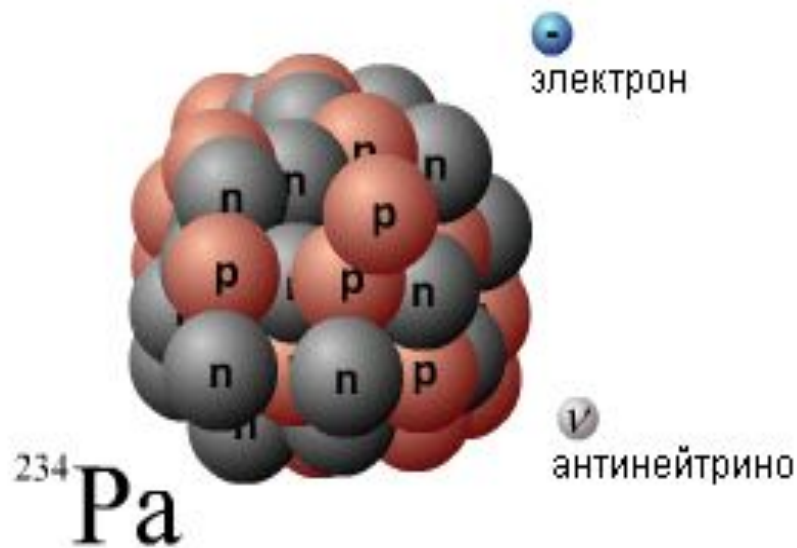
Не существует стабильных ядер с зарядовым числом  $Z > 83$  и массовым числом  $A > 209$ .

**Искусственная радиоактивность** - радиоактивность изотопов, полученных искусственно при ядерных реакциях.

# Естественная радиоактивность



**Радиоактивность** – это самопроизвольное превращение одних ядер в другие, сопровождаемое испусканием различных частиц.





# Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

$N$  – количество нераспавшихся атомов

$N_0$  – начальное количество нераспавшихся атомов

$t$  – время, протекшее с момента начала наблюдений

$T$  – период полураспада элемента

Период полураспада

# Дифференциальные уравнения

Решение многих задач физики сводится к задаче нахождения функций, удовлетворяющих уравнению

$$f'(x) = kf(x), \quad (1) \text{ где } k - \text{константа}$$

Зная формулу производной показательной функции, легко догадаться, что решением уравнения (1) является любая функция вида

$$f(x) = Ce^{kx} \quad (2) \text{ где } c - \text{постоянная.}$$

Так как  $C$  произвольно, у уравнения (1) бесконечно много решений.

Докажем, что других решений, кроме функций вида (2), уравнение (1) не имеет

Для этого рассмотрим произвольную функцию  $f$ , удовлетворяющую уравнению (1), и вспомогательную функцию

$$g(x) = f(x)e^{-kx} \quad (3)$$

Найдем ее производную

$$g'(x) = f'(x)e^{-kx} + f(x)(e^{-kx})' = f'(x)e^{-kx} - kf(x)e^{-kx}$$

Подставляя

$kf(x)$  вместо  $f'(x)$  из уравнения (1), получим:

$$g'(x) = kf(x)e^{-kx} - kf(x)e^{-kx} = 0$$

Из равенства производной функции  $g$  нулю следует, что  $g(x) = C$  при всех  $x$

Из (3) получаем:

$$f(x)e^{-kx} = C, \text{ откуда } f(x) = ce^{kx},$$

что и требовалось доказать.

# Радиоактивный распад

Пусть в начальный момент времени масса радиоактивного вещества равна:

$$m(0) = m_0 \quad (4)$$

Экспериментально установлено, что скорость уменьшения массы вещества  $m(t)$  со временем  $t$  пропорциональна его количеству, т.е.

$$m'(t) = -km(t), \text{ где } k > 0 / \quad m(t) = Ce^{-kt} \text{ при } t = 0$$
$$m_0 = m(0) = Ce^{-k \cdot 0}, \text{ т.е. } C = m_0. \text{ Получаем: } m(t) = m_0 e^{-kt} \quad (5)$$

Промежуток времени  $T$ , через который масса радиоактивного вещества уменьшается в 2 раза, называется **периодом полураспада** этого вещества.

Зная  $T$ , можно найти  $K$ . Так как

$$m(T) = 1/2 m_0, \text{ т.е. } m_0 e^{-kt} = 1/2 m_0, \text{ имеем } e^{-kt} = 1/2$$

Следовательно,

$$e^{kt} = 2, \quad kT = \ln 2, \quad \text{откуда} \quad k = \ln 2 / T$$

Например, для радия  $T=1550$  лет.

$$\text{Поэтому } K = \ln 2 / 1550 = 0,000447$$

Через миллион лет от начальной массы радия

$m_0$  останется только

$$m(10^6) = m_0 e^{-447} = 0,6 * 10^{-194} m_0$$

Сам закон радиоактивного распада прост

$$N=N_0 2^{-t/T}$$

## ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ :

этого закона

представить его непросто.

Скорость распада не меняется. Радиоактивные атомы «не стареют»

Распад любого атомного ядра – это так сказать, не «смерть от старости», а «несчастный случай» в его жизни. Для радиоактивных атомов (точнее ядер) не существует понятия возраста. Можно определить лишь среднее время жизни  $T$ . Предсказать, когда произойдёт распад данного атома, не возможно. Этот закон справедлив для большого количества частиц.

Период полураспада постоянная величина, которая не может быть изменена такими доступными воздействиями, как охлаждение, нагрев, давление и т.д.

# Закрепление и проверка знаний

## Решить задачи.

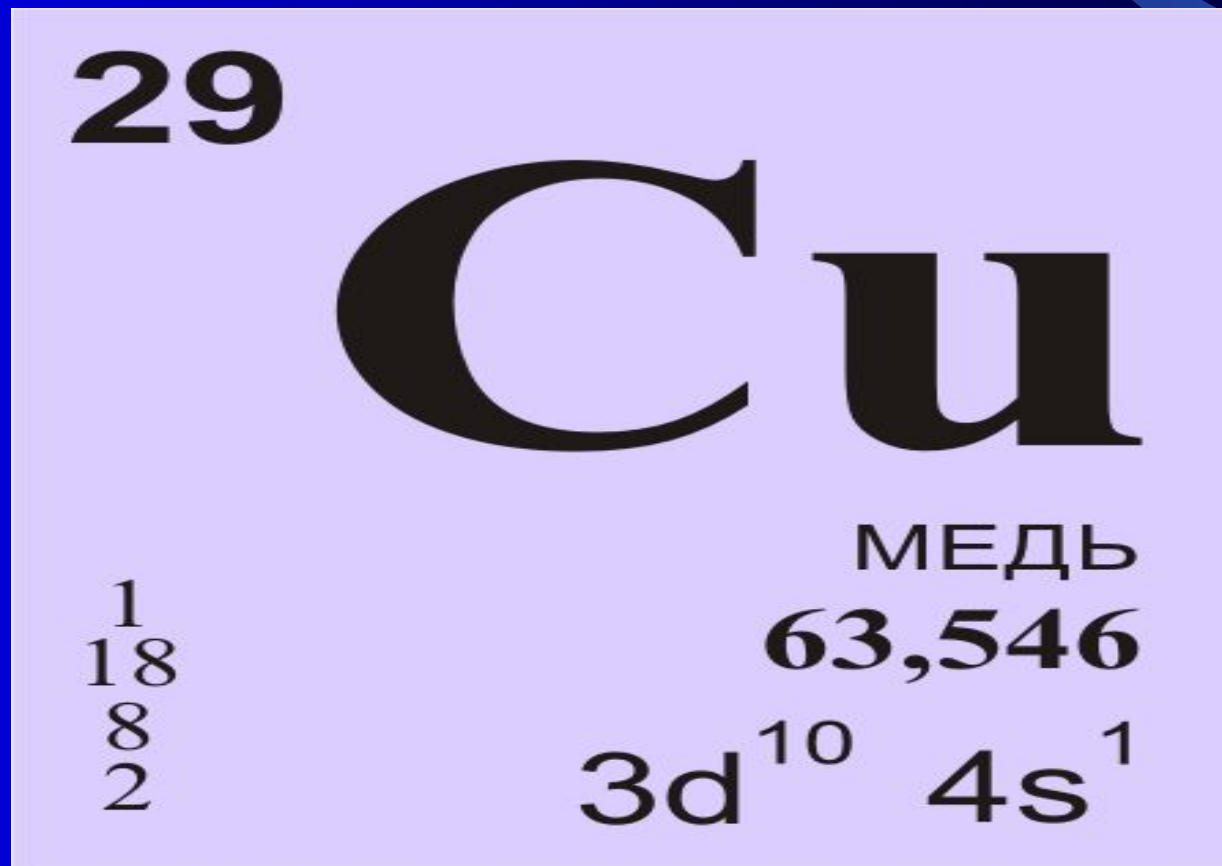
1. К началу радиоактивного распада имели 1г радия А. Через сколько минут его останется 0,125г, если его период полураспада равен 3 минуты?(9минут)
2. Период полураспада радиоактивного вещества равен 1 час. Через сколько часов его количество уменьшится в 10 раз? ( $1\lg 2=3,322\text{ч.}$ )
3. Имелось некоторое количество радиоактивного радона. Количество радона уменьшилось в 8 раз за 11,4 дня. Каков период полураспада радона?(3,8 дня) Решение:

$$N = N_0 * 2^{-t/T}; N_0 \setminus N = 2^{-t/T} \Rightarrow t \setminus T = 3 \Rightarrow T = t \setminus 3; T = 11,4 \setminus 3 = 3,8\text{дня}$$

4. Какие силы действуют между нуклонами в атомных ядрах и какими свойствами они обладают?

# Закрепление знаний

5. Сколько протонов и нейтронов содержит следующий химический элемент?





# Ответ на 5 вопрос

Количество электронов-29

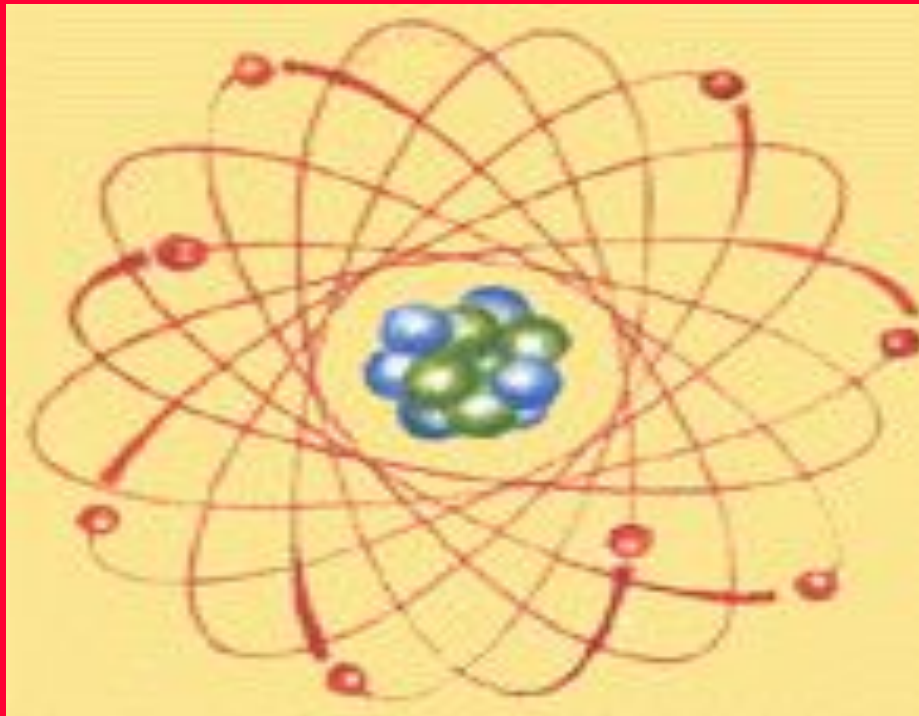
Количество протонов-29

Количество нейтронов- $64-9=35$

# Закрепление

6. При бета-распаде из ядра вылетает электрон. Внутри ядер электроны существовать не могут.

Объясни этот парадокс.?



# Бета распад

Электроны возникают при  $\beta$ -распаде в результате превращения нейтрона в протон. Этот процесс может происходить не только внутри ядра, но и со свободными нейтронами. Среднее время жизни свободного нейтрона составляет около 15 минут. При распаде нейтрон превращается в протон и электрон



# Закрепление

8. Что называют периодом полураспада радиоактивного вещества?.
9. Что он характеризует?
10. Каков характер этого распада?
11. Как выглядит график зависимости спада активности радиоактивного элемента от времени?
12. Приведите примеры периодов полураспада некоторых радиоактивных элементов?

# Дополнительные сведения полученные из интернета

- Биологическое действие радиации.
- Способы защиты от радиации.
- Как курение связано с радиацией?  
(презентация суда над «Никотиновой».)
- Изотопы. Их получение и применение.
- Ядерное оружие.

# Подводный взрыв атомной бомбы.

Взрыв атомной бомбы



[HTTP://WWW.F-1.RU/VIDEO](http://www.f-1.ru/video)

(c) Andrey Grushin  
[andy\\_grushin@usa.net](mailto:andy_grushin@usa.net)



# Ядерная свалка

09 Октября 2007, 18:55

В конце XX века агентство по ядерной энергетике поручило банде «Героизм и доблесть» избавиться от 600 бочек с отходами.

Часть отходов мафиози захоронили прямо в Италии, а все остальное отправили в Сомали. Там бочки исчезли в пустыне, и судьба их до сих пор неизвестна.

По данным следствия, преступники могли получить из отходов плутоний для последующей продажи. Дело это, конечно, давнее, но период полураспада намного дольше. Так что главная задача полиции - найти ядерную свалку в самой Италии.



# Биологическое действие ионизирующих излучений

Ионизация атомов  
и молекул  
вещества

Переход атомов и  
молекул в возбужденное  
состояние



*Доза поглощенного излучения* – это отношение энергии ионизирующего излучения к массе облучаемого тела.

Курить-здоровью вредить



$$D = E/m$$

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$$





# ЭТО СТОИТ ЗАПОМНИТЬ

Допустимая доза облучения  
< 0,25 Гр

Доза облучения, вызывающая лучевую болезнь

1 - 6 Гр

Смертельная доза облучения  
6 - 10 Гр

# ВЫВОДЫ

- Рассмотрев вопросы радиоактивности, периода полураспада и его описание с помощью дифференциальных уравнений, биологического действия радиации и курения, последствия после радиоактивного облучения, пришли к следующему заключению: необходимо изучать законы природы, разумно их использовать для нужд человека, беречь, и охранять окружающую среду. Всегда помнить, что мы маленькая частичка нашей Вселенной, которую можно так легко разрушить, а вместе с ней и погубить себя.
- Результаты тестов показали степень усвоения материала.
- Интегрированный урок помог лучшему усвоению материала а также показал большие возможности использования Интернета.
- Оценки за урок.

# ИСТОЧНИКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СВЕДЕНИЙ

<http://www.wdcb.ru/mining/book/content.html>

[http://kvant.mccme.ru/1984/01/iskusstvennaya\\_radioaktivnost.htm](http://kvant.mccme.ru/1984/01/iskusstvennaya_radioaktivnost.htm)

<http://mina.ru/weapon/nuclear/?4>

<http://www.ibrae.ac.ru/IBRAE/rus/chernobyl/chernobyl.htm>

<http://school.ort.spb.ru/library/projects2003/rosengaus/jadernii.htm>

<http://www.junior.ru/students/metelsky/>

[Атомная энергетика России, размещение атомных электростанций.](#)