

Биологическое действие радиации Закон радиоактивного распада



Учитель физики Гончарова Л.Н.
Гимназия № 524
Санкт - Петербург

1. В чем причина негативного воздействия радиации на организм живого существа?

Ионизация молекул и атомов живой ткани нарушает жизнедеятельность клеток и всего организма в целом.

2. От чего зависит степень и характер отрицательного воздействия радиации?

... от энергии, переданной потоком ионизирующих частиц телу, и от массы тела

Поглощенная доза излучения D

– это энергия ионизирующего излучения E , поглощенная облучаемым веществом (в частности, тканями организма) и рассчитанная на единицу массы.

$$D = \frac{E}{m}$$

В СИ единица поглощенной дозы: 1 грей (Гр)

$$1\text{Гр} = \frac{1\text{Дж}}{1\text{кг}}$$

Вопрос. Одинаковый или различный по величине биологический эффект вызывают в живом организме разные виды ионизирующих излучений?

Коэффициент качества K показывает, во сколько раз радиационная опасность от воздействия на живой организм данного вида излучения **больше, чем от воздействия гамма-излучения (при одинаковых поглощенных дозах)**

$K = 1$ – для гамма – излучения и бета - излучения

$K = 20$ – для альфа – излучения

$K = 10$ – для быстрых нейтронов

Эквивалентная доза H

определяется как произведение поглощенной дозы D на коэффициент качества K

$$H = D \cdot K$$

В СИ единица эквивалентной дозы: 1 зиверт (Зв)

1 миллизиверт = 1 мЗв = 0,001 Зв = 10^{-3} Зв

1 микрозиверт = мкЗв = 10^{-6} Зв

Значение коэффициента радиационного риска для отдельных органов

Органы, ткани	Коэффициент
Красный костный мозг	0,12
<i>Желудок</i>	0,12
Лёгкие	0,12
Половые органы	0,12
<i>Пищевод</i>	0,05
Щитовидная железа	0,05
Кожа	0,01
Головной мозг	0,025

Источники радиационного фона

Радиационный фон – природное явление.

Давайте разберемся в его происхождении и влиянии на человека.

15,3%

Медицинские источники.

Такой процент облучения человек в среднем получает от медицинских обследований – рентгена, флюорографии, МРТ, и других.



9,8%
Солнечное излучение.

Атмосфера земли играет роль защитного экрана, поэтому радиационный фон выше в горах и при авиаперелетах.



8,1%

Внутреннее облучение.

Радионуклиды, находящиеся в теле человека, а также поступающие с водой, воздухом, пищей.

0,3%

Техногенные источники.

Радиационный фон, порожденный деятельностью человека, в том числе в результате катастроф. Большую часть техногенного фона составляют последствия ядерных испытаний.



50,9%

Радиоактивный газ радон.

Газ поднимается из земли, скапливается в домах, поступая в них вместе с водоснабжением и из подвалов домов. Рекомендуется чаще проветривать помещения, проводить влажную уборку.

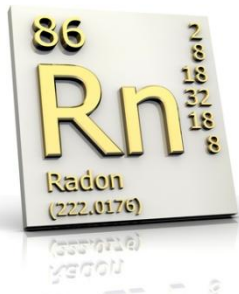


15,6%

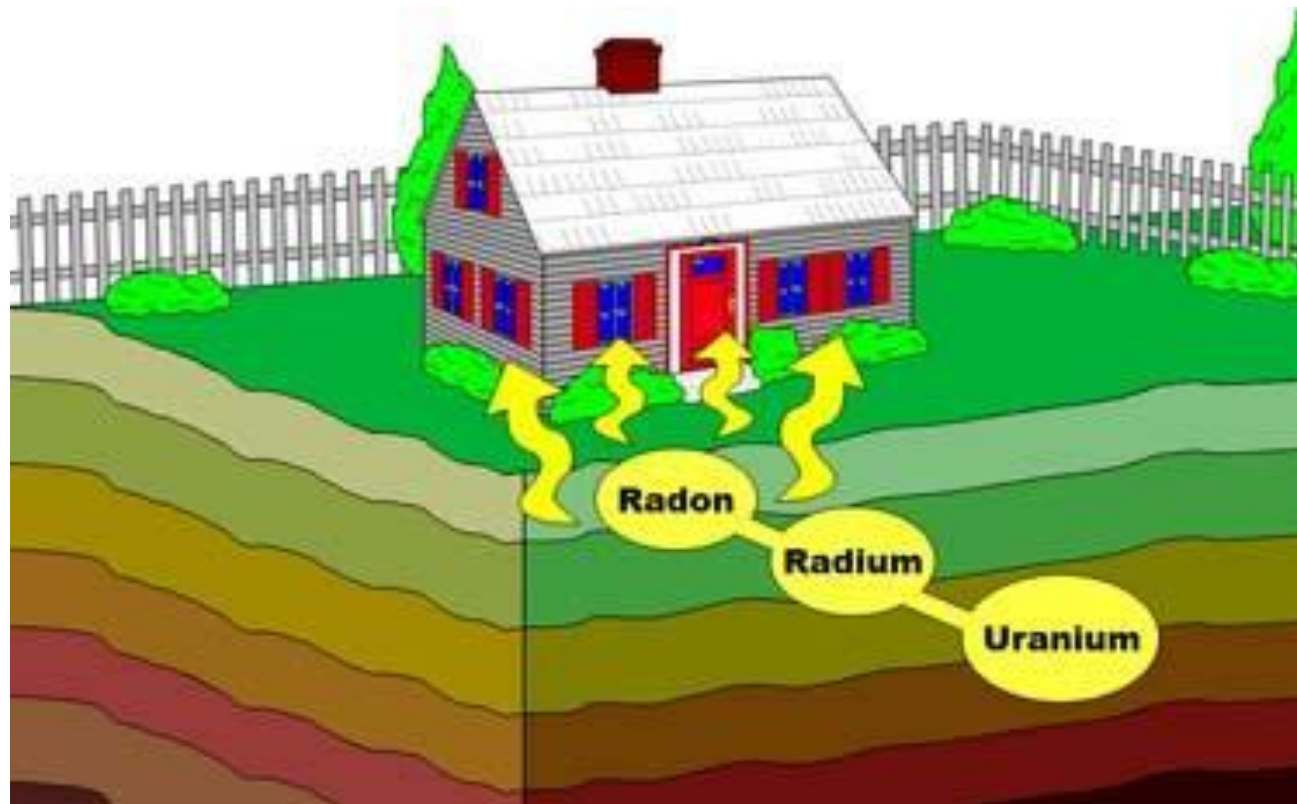
Терригенное излучение.

Радионуклиды, находящиеся в земле. Примером является гранит и сделанные из него мостовые, на которых можно наблюдать повышенный радиационный фон.

Основную часть облучения люди получают от естественных источников радиации, таких как горные породы, космические лучи, атмосферный воздух и пища. Совокупность излучения всех источников образует так называемый радиационный фон.



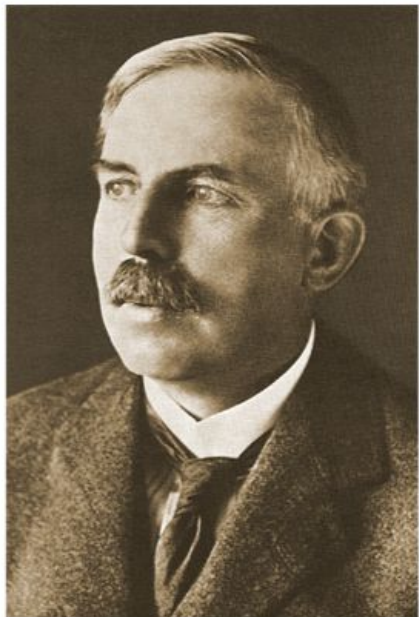
Как радон входит в Ваш дом?



При оценке степени опасности радиоактивных изотопов важно учитывать, что число их с течением времени уменьшается.



Закон радиоактивного распада



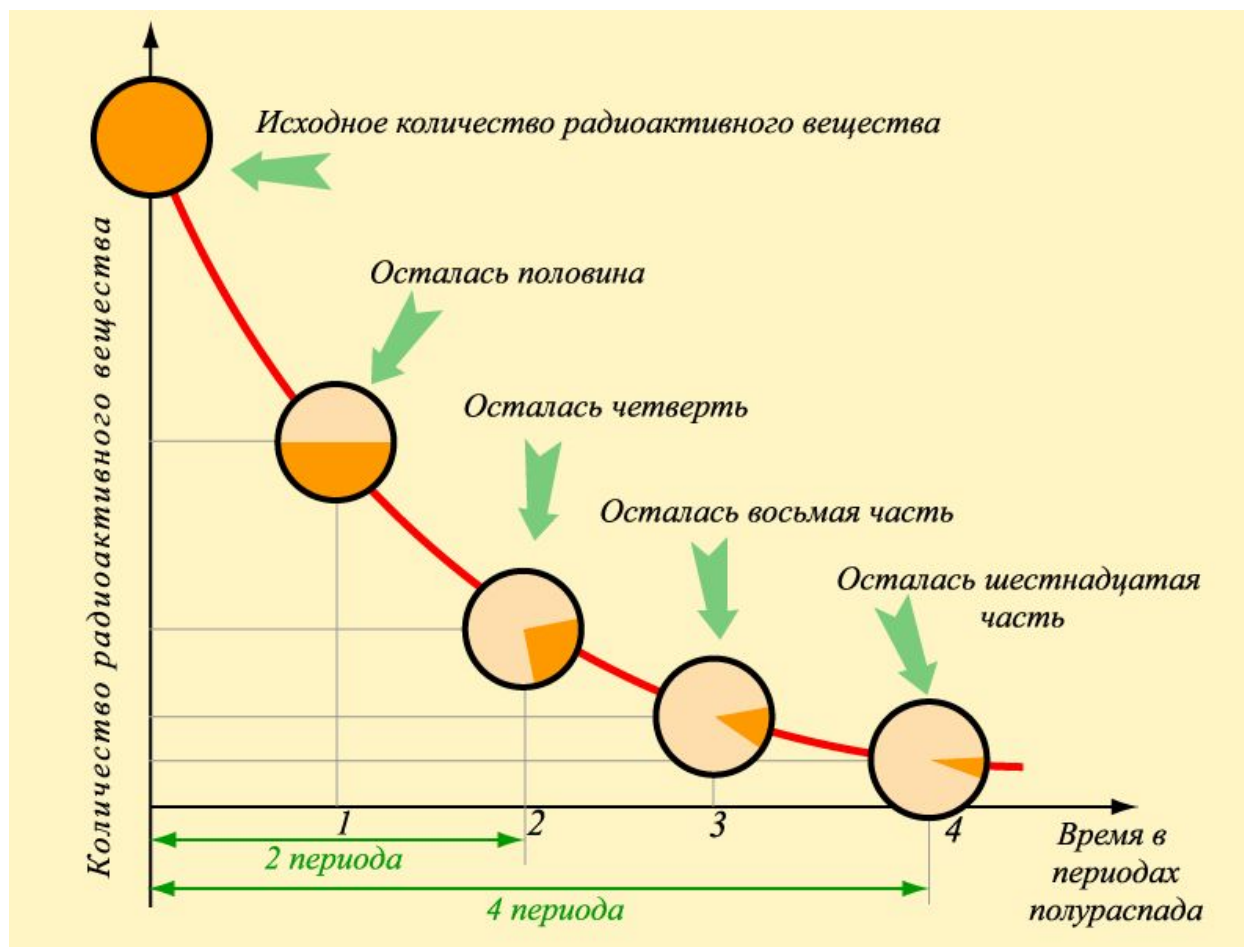
- зависимость числа радиоактивных ядер от времени (установлен Резерфордом опытным путем)

- для каждого радиоактивного вещества существует промежуток времени, в течение которого число радиоактивных ядер в среднем уменьшается в 2 раза – период полураспада - T

Э.Резерфорд
1871–1937

Период полураспада T

- это время, в течение которого распадается половина наличного числа радиоактивных ядер



Время в периодах полураспада	Число радиоактивных атомов
$t_0 = 0$	N_0
$t_1 = 1 \cdot T$	$N_1 = \frac{N_0}{2}$
$t_2 = 2 \cdot T$	$N_2 = \frac{N_0}{2 \cdot 2} = \frac{N_0}{2^2}$
$t_3 = 3 \cdot T$	$N_3 = \frac{N_0}{2^2 \cdot 2} = \frac{N_0}{2^3}$
$t_n = n \cdot T$	$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$

Закон радиоактивного распада

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

Закон справедлив для
большого числа ядер

N – число нераспавшихся радиоактивных ядер

N_0 – начальное число радиоактивных ядер

t – время, прошедшее с момента начала наблюдений

T – период полураспада

Закон радиоактивного распада

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

Закон справедлив для
большого числа частиц

Задача

Имеется радиоактивная медь с периодом полураспада 10 мин. Какая часть первоначального количества меди останется через 1 час?

Ответ: 1/64

(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО)

A27. Какая доля от большого количества радиоактивных атомов остается нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

А) 25%

Б) 50%

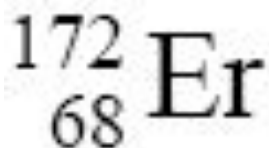
В) 75%

Г) 0%

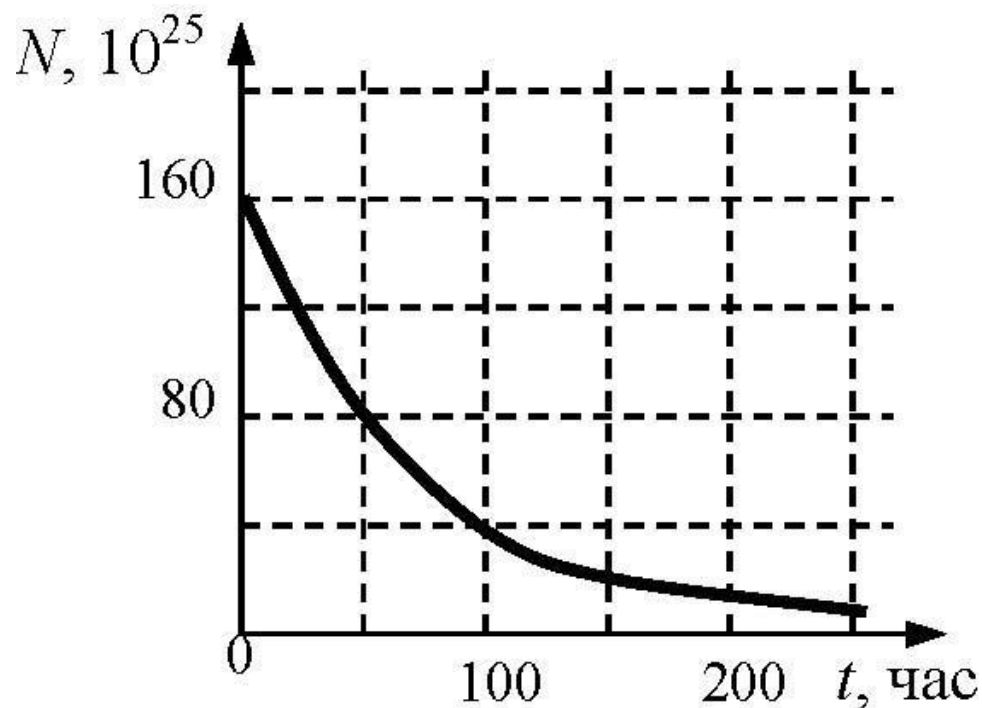
$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

(ЕГЭ 2010 г., ДЕМО)

A22. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



- 1. 25 часов**
- 2. 50 часов**
- 3. 100 часов**
- 4. 200 часов**

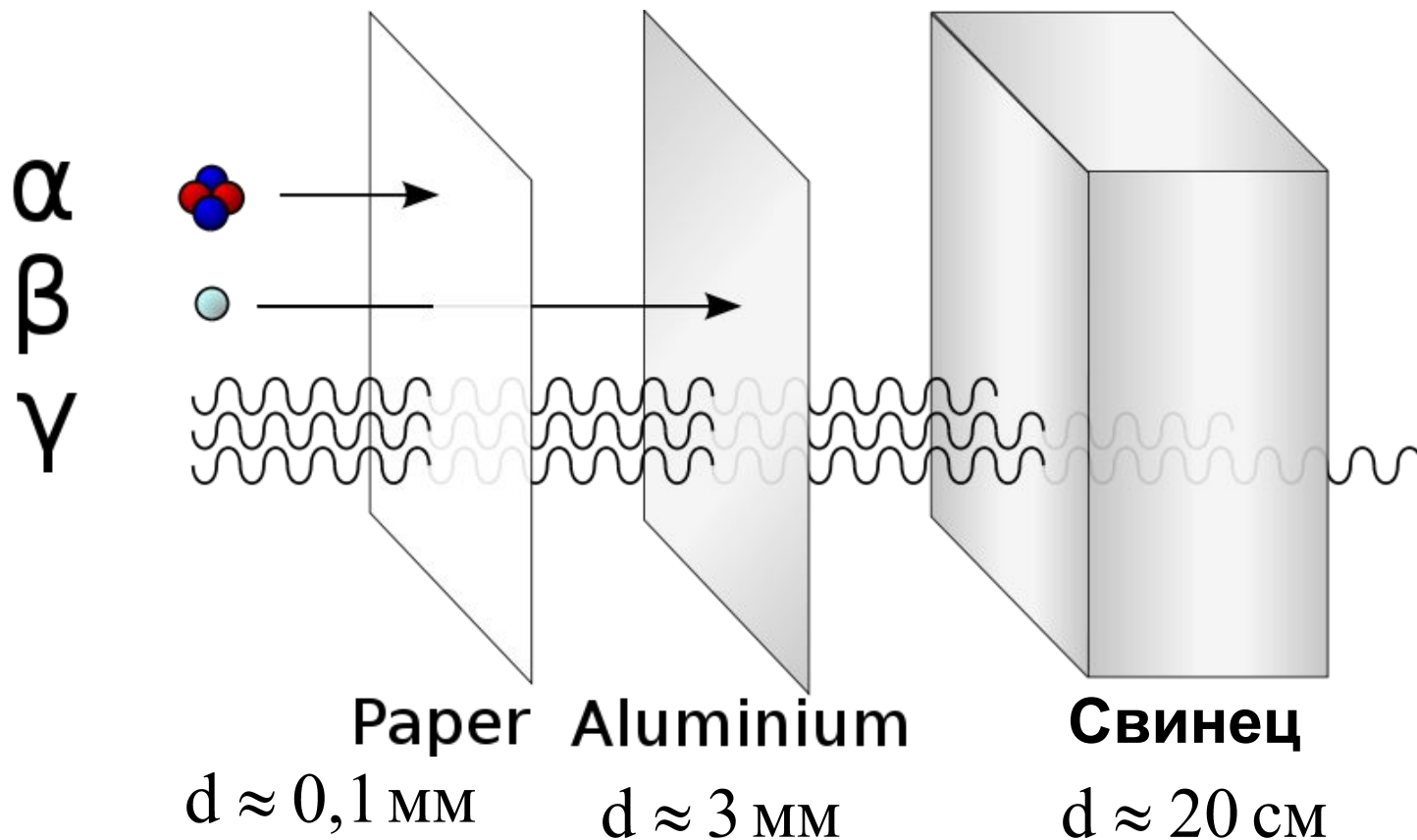


(ЕГЭ 2004 г., демо)

A29. Из 20 одинаковых радиоактивных ядер за 1 мин испытало радиоактивный распад 10 ядер. За следующую минуту испытают распад

- 1. 10 ядер**
- 2. 5 ядер**
- 3. от 0 до 5 ядер**
- 4. от 0 до 10 ядер**

Проникающая способность радиоактивных излучений



Полное поглощение излучений

Способы защиты от воздействия радиоактивных излучений.

Защита от ионизирующих излучений



Сооружение, материал	Во сколько раз ослабляет излучение
Специальные убежища	практически
Деревянный дом	4—10
Каменный дом	10—50
Погреб и подвалы деревянных домов	50—100
Землянки (перекрытие — слой земли толщиной 60—90 см)	200—300
Кирпичная кладка толщиной 50 см	10
Кирпичная кладка толщиной 80 см	100
Плита из обычного бетона толщиной 32 см	10
Плита из обычного бетона толщиной 55 см	100
Стальная плита толщиной 9,3 см	10
Стальная плита толщиной 16 см	100
Свинцовая плита толщиной 4,5 см	10
Свинцовая плита толщиной 8,5 см	100

Специальная защитная одежда типа СЗО-1, предназначенная для пожарных, охраняющих АЭС.



Внешний вид СЗО-1



Фрагменты СЗО-1 : подшлемник
и верхняя часть комбинезона

При общей поверхностной плотности композиционного материала 1 г/см^2 и содержания свинца $0,5 \text{ г/см}^2$ вес костюма составит около 20 кг.

Способы защиты от радиации

- Радиоактивные препараты ни в коем случае нельзя брать в руки – их берут специальными щипцами с длинными ручками.



Бокс "Изотоп" для работы с радиоактивными веществами:



РФЯЦ-ВНИИТФ

Линия для работы с радиоактивными веществами



РФЯЦ-ВНИИТФ (Российский Федеральный Ядерный Центр - Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Технической Физики) расположен в городе Снежинске (бывший Челябинск-70).