Рентгеновское излучение. Радиоактивность

Стоматологический факультет, очная форма обучения

Ионизирующее излучение — это потоки элементарных частиц или электромагнитные волны, взаимодействие которых с веществом приводит к его ионизации.

Виды ионизирующего излучения:

- Корпускулярное ионизирующее излучение: α -излучение (поток ядер гелия), β -излучение (β -излучение: поток электронов), β +излучение (поток позитронов), поток нейтронов, поток протонов.
- **Волновое** ионизирующее излучение: рентгеновское излучение и γ -излучение.

Рентигеновское излучение – это электромагнитные волны с

длиной волны приблизительно от 80 до 10⁻⁵ нм.

Виды рентгеновского излучения

- Тормозное рентгеновское излучение;
- Характеристическое рентгеновское излучение.

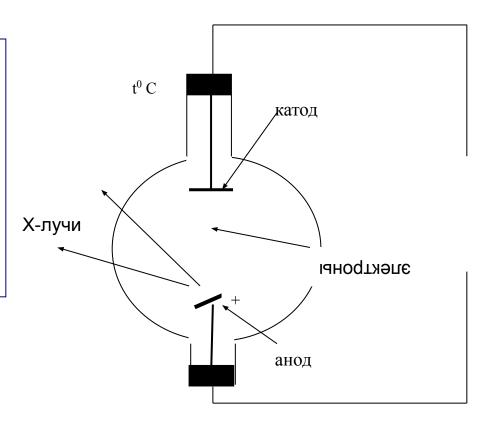


Рис.1 Устройство рентгеновской трубки

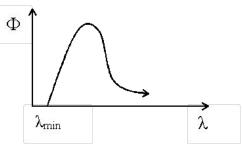
Характеристики тормозного рентгеновского излучения

1. *Поток рентеновского излучения* — энергия, переносимая волной (рентгеновским излучением) за единицу времени через площадь, перпендикулярную направлению распространения волны.

 $\Phi = k \cdot I \cdot U^2 \cdot Z$ (1), где I – сила тока в рентгеновской трубке, U – напряжение в рентгеновской трубке, Z – порядковый номер атома вещества анода, $k = 10^{-9} \ B^{-1}$ – коэффициент

пропорциональности.

2. Спектр тормозного рентгеновского излучения — график, показывающий зависимость потока рентгеновского излучения от длины волны. Он является сплошным.



Граница тормозного рентеновского излучения (λ_{min}) — это минимальная длина волны (максимальная частота v_{max}), начиная с которой наблюдается рентгеновские лучи.

$$\lambda_{\min} = \frac{12,3}{U}$$
 (2), где $[\lambda_{min}] = 10^{-10}$ м, $[U] = 10^{3}B$.

- 3. *Проникающая способность*. Чем меньше длина волны, тем больше проникающая способность рентгеновских лучей.
- 4. Жестикость рентигеновского излучения. Чем меньше длина волны, тем излучение более жесткое.

Характеристическое рентгеновское излучение

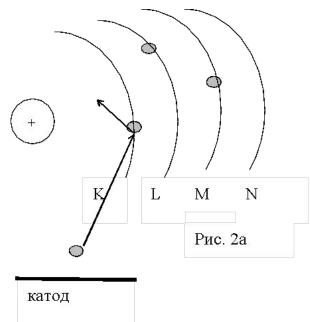
Рис. 26

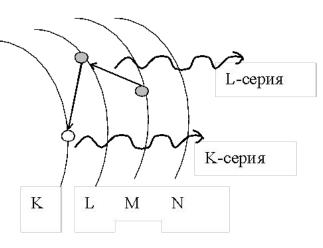
увеличении напряжения трубке рентгеновской электрон, испускаемый катодом, может преодолеть электрическое поле атомов анода и попасть внутрь атома, выбивая электрон одного И3 внутренних уровней (рис.2а). На месте выбитого образуется электрона «вакантное место», на которое переходит электрон с более внешнего уровня. При переходе электрона с уровня с большей энергией на уровень с меньшей энергией, атом фотон испускает электромагнитного излучения, в данном случае фотон характеристического

Спектр характеристического рентгеновского излучения является линейчатым.

рентгеновского излучения

(рис. 2б).





Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом

Закон ослабления рентгеновского излучения: $\Phi = \Phi_0 e^{-\mu \cdot x}$

$$\Phi = \Phi_0 e^{-\mu \cdot x}$$

где Φ_0 – падающий на вещество поток рентгеновских лучей, Ф – выходящий поток рентгеновских лучей,

х – толщина слоя вещества,

 μ - линейный коэффициент ослабления рентгеновского излучения веществом.

 $\mu = k \cdot \lambda^3 \cdot Z^3$, где Z- порядковый номер атомов вещества, составляющих биологическую ткань.

Массовый коэффициент ослабления: $\left|\mu_{\scriptscriptstyle m}=\frac{\mu}{\rho}\right|$, где ρ плотность вещества.

Применение рентгеновского излучения в медицине

- *Рентенография* метод рентгенодиагностики, при котором изображение органа или ткани регистрируется на фотопленке (в основе лежит химическое действие рентгеновских лучей).
- Примеры: внутриротовая рентгенография, панорамная рентгенография, сиалография (исследование слюнных желез), фистулография (изучение протяженности, направления свищевых ходов), ангиография (исследования сосудов челюстно-лицевой области).
- <u>Цифровая рентгенография</u> (радиовизиография) метод рентгенодиагностики, при котором изображение получается на экране монитора. Вместо рентгеновской пленки используются специальные высоко-чувствительные датчики, формирующие цифровое изображение или электронно-оптические преобразователи, создающие аналоговый сигнал, преобразуемый затем в цифровой сигнал.
- *Рентеноскопия* метод рентгенодиагностики, при котором осуществляется наблюдение органов и тканей в проходящем рентгеновском излучении при помощи флюоресцирующего экрана.
- *Рентеновская томография* метод рентгенодиагностики, основанный на получении послойного изображения внутреннего строения органов человека.



Радиоактивность - самопроизвольный распад неустойчивых ядер с испусканием других ядер элементарных частиц.

Закон радиоактивного распада: $\left|N=N_0\cdot e^{-\lambda t}
ight|$, где

N — число нераспавшихся ядер,

 N_0 — первоначальное число радиоактивных ядер,

t — время,

 λ -постоянная радиоактивного распада (характеризует вероятность распада).

Формулировка закона: число радиоактивных ядер, которые еще не распались, убывает со временем по экспоненциальному закону.

×

Период полураспада — это время, в течение которого распадается половина радиоактивных ядер.

Найдем связь периода полураспада с постоянной распада. Подставим в закон радиоактивного распада $N=N_0$, t=T.

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}.$$

Прологарифмируем последнее выражение: $\ln 2^{-1} = \ln(e^{-\lambda T})$ или $-\ln 2 = -\lambda \cdot T \cdot \ln e$ (по свойству логарифма $\log_a x^n = n\log_a x$).

T.к.
$$\ln e = 1$$
, то $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$



Активность радиоактивного препарата – скорость радиоактивного распада (число ядер, распадающихся за единицу времени).

Активность:
$$A = -\frac{dN}{dt}$$

Единицы измерения в СИ: [A=1Бк] -1 беккерель — активность нуклида в радиоактивном источнике, в котором за 1с проходит один распад.

Внесистемная единица измерения: кюри: $1Ku = 3.7 \cdot 10^{10} \, E\kappa$.

$$A = -\frac{dN}{dt} = -(N_0 \cdot e^{-\lambda t})' = -N_0 \cdot (e^{-\lambda t})' \cdot (-\lambda \cdot t)' = N_0 \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda t} \cdot (t)' = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\boxed{A = \lambda \cdot N} \text{ или} \boxed{A = \frac{\ln 2}{T} N}$$

Удельная массовая активность – величина, равная отношению активности изотопа к его массе.

дозиметрия – это раздел радиационной биофизики, в котором устанавливаются некоторые количественные критерии воздействия ионизирующих излучений на биологические объекты и прежде всего на человеческий организм.

Величина	Формула	Определение	Единицы измерения		Связь между
			СИ	внесистем- ная единица	единицами из- мерения
Поглощенная доза излуче- ния	1 17	Отношение энергии Е, переданной элементу облученного вещества, к массе этого элемента m	1 Гр (1 грей)	1 рад (1 рад)	$1pa\partial = 10^{-2} \Gamma p$
Экспозицион- ная доза	$X = \frac{q}{m}$	Отношение суммарного заряда ионов одного знака, образованных в сухом воздухе под действием рентиеновского или -излучения, к массе воздуха	1 Kr.	1 Р (1 рентген)	$1P = 2,58 \cdot 10^{-4} \frac{K\pi}{\kappa z}$
Эквивалент- ная доза	$H = K \cdot D$	Характеризует биологическое дей- ствие данного вида ионизирующе- го излучения, равна произведению коэффициента качества на погло- щенную дозу	1 Зв (1 зиверт)	1 бэр	1бэр = 10 ⁻² Зв
Мощность поглощенной дозы	$P = \frac{D}{t}$	Это поглощенная доза в единицу времени	1 Гр/с	1 рад/с	$1pa\partial/c = 10^{-2} \Gamma p/c$
Эффектив- ная эквивалент- ная доза	$H_{s\phi\phi} = \sum_{i=1}^{n} K_{pp} \cdot H_{i}$	Это мера риска возникновения последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности, равна сумме произведений эквивалентной дозы в органах (H_i) на коэффициент риска для данного органа (K_{vv})	1 Зв (1 зиверт)	1 бэр	$16 \text{ pp} = 10^{-2} \text{ 3e}$

Коэффициент качества (К) –коэффициент, показывающий во сколько раз эффективность биологического действия данного вида излучения больше, чем рентгеновского или -излучения при одинаковой поглощенной дозе излучения в тканях. (Например, коэффициент качества нейтронов равен 10, альфа-излучения равен 20).

Связь между мощностью экспозиционной дозы и активностью

препарата:
$$\frac{X}{t} = K_{\gamma} \cdot \frac{A}{r^2}$$
, где K_{γ} - гамма-постоянная, r – расстояние

от источника, $\frac{A}{t}$ - мощность экспозиционной дозы.

Связь между поглощенной и экспозиционной дозой: $D = f \cdot X$, где f – коэффициент, зависящий от энергии фотонов и от облучаемого вещества.