

Лабораторная работа №562. Исследование ослабления рентгеновских лучей в зависимости от поглощающего вещества.

Цели и задачи:

- Проверка закона Бугера-Ламберта-Бера;
- Исследование поглощения рентгеновских лучей в зависимости от поглощающего вещества;
- Подтвердить зависимость ослабления от длины волны

Замечания по технике безопасности

Этот рентгеновский аппарат выполнен по всем правилам дизайна рентгеновской аппаратуры, это полностью защищенное устройство для учебного использования, этот аппарат одобрен для использования в школах Германии.

Встроенные защитные и экранированные приспособления уменьшают мощность дозы вне рентгеновского аппарата до $1 \mu\text{Sv/ч}$, которая имеет порядок величины естественного фона.

- Перед вводом в эксплуатацию рентгеновского аппарата, проверьте, нет ли повреждений его конструкции (смотрите в инструкции рентгеновского аппарата);
- Не допускайте посторонних лиц к рентгеновскому аппарату;

Не допускайте перегрева рентгеновской трубки.

- Перед включением высокого напряжения, проверьте, работает ли вентилятор, охлаждающий рентгеновскую трубку;

Гониометр позиционируется исключительно шаговым электродвигателем.

- Не блокируйте ручку мишени и ручку датчика и не прикладываете силу, чтобы переместить их.

Теоретическая часть

Рентгеновские лучи поглощаются в той или иной степени всеми веществами, через которые они проходят. Доля энергии лучей, поглощенных в веществе, зависит от толщины поглощающего слоя, природы вещества и длины волны рентгеновских лучей. Рентгеновские лучи теряют при прохождении через вещество часть своей энергии вследствие нескольких процессов: превращения энергии фотонов в другие виды энергии, которое получило название истинного поглощения и изменения направления их распространения, т.е. рассеяния.

Закон ослабления интенсивности рентгеновских лучей в веществе может быть получен при предположении, что доля энергии рентгеновских лучей, поглощенной при их прохождении через достаточно тонкий слой вещества, пропорциональна толщине этого слоя. Коэффициентом пропорциональности при этом является так называемый *коэффициент ослабления*, зависящий от атомного номера вещества Z и длины волны излучения.

Для вывода закона ослабления представим, что пучок монохроматического излучения с длиной волны и интенсивностью R_0 проходит через пластинку толщиной x (рисунок 1). Выделим внутри пластинки достаточно тонкий слой толщины dx , в котором ослабление можно было бы считать пропорциональным толщине этого слоя. Тогда относительное ослабление интенсивности лучей в выделенном слое определится уравнением

$$dR/R = -\mu dx \quad (1)$$

где R - интенсивность лучей на границе выделенного слоя. Знак минус в правой части уравнения указывает на то, что интенсивность лучей, прошедших через слой вещества dx , убывает. Интегрируя уравнение (1), получаем:

$$\ln R = -\mu x + C \quad (2).$$

Определим постоянную интегрирования: при $x = 0$ $R = R_0$, отсюда $\ln R_0 = C$. Тогда $\ln R - \ln R_0 = -\mu x$. Итак, окончательно

$$R = R_0 \exp(-\mu x) \quad (3).$$

Коэффициент μ называют *линейным коэффициентом ослабления*. Его величина зависит от атомного номера поглощающего вещества и длины волны рентгеновского излучения.

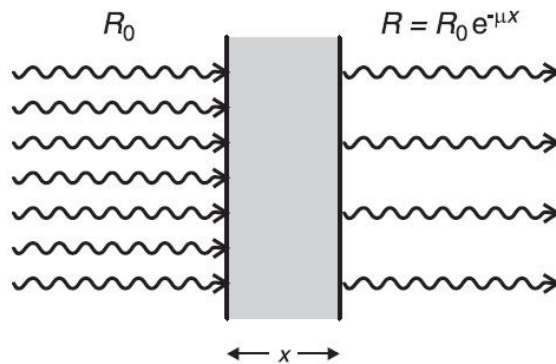


Рисунок 1. Изменение интенсивности пучка рентгеновских лучей при прохождении через вещество.

Экспериментальная установка

- Рентгеновский аппарат марки LD Didactic;
- Гониометр;
- Набор поглощающих веществ, в виде пластинок одинакового размера, закрепленных на закругленном пластмассовом держателе;

Подготовительные работы

Подготовьте экспериментальную камеру рентгеновского аппарата, как показано на рисунке 2.

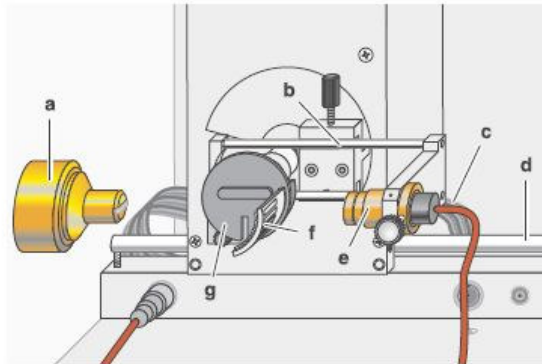


Рисунок 2. Экспериментальная камера для исследования ослабления рентгеновских лучей в зависимости от поглощающего вещества и толщины поглощающего вещества.

- Установите коллиматор (a);
- Установите гониометр на рельс (d) и подключите к нему кабель (c);
- Снимите защитный колпачок на торцевом счетчике;
- Установите торцевой счетчик в гнездо (e);
- Соедините кабель торцевого счетчика с разъемом GM TUBE (Гейгер);
- Демонтируйте столик мишени (g);
- Установите набор поглощающих веществ (f) в паз держателя;
- Установите мишень и торцевой счетчик в нулевое положение (0 градусов);
- Проверьте, что в нулевом положении нет ни какой пластинки – пустая диафрагма;
- Меняя положение гониометра на рельсе и положение торцевого счетчика, с помощью крепления (b), добейтесь, чтобы пустая диафрагма находилась посередине между коллиматором и торцевым счетчиком на расстоянии 5 см.

Проведение эксперимента

Ослабление как функция от вида поглощаемого вещества

1. Без использования Zr фильтра

- Снимите Zr фильтр с коллиматора
- Установите высокое напряжение трубки $U = 30 \text{ kV}$
- Установите эмиссионный ток $I = 0.02 \text{ mA}$
- Установите угловой шаг $\Delta\beta = 0$
- Установите время экспозиции $\Delta t = 30 \text{ c}$
- Нажмите кнопку TARGET
- Используя ручку ADJUT выберите последовательно углы 0, 10, 20 градусов, измерения запускаются кнопкой SCAN, для вывода данных на экран рентгеновского аппарат нажмите REPLAY. Запишите свои данные (смотри таб. 2)
- Установите эмиссионный ток $I = 1.00 \text{ mA}$
- Установите время экспозиции $\Delta t = 300 \text{ c}$
- Используя ручку ADJUT выберите последовательно углы 30, 40, 50, 60 градусов, измерения запускаются кнопкой SCAN, для вывода данных на экран рентгеновского аппарат нажмите REPLAY. Запишите свои данные (смотри таб. 2)

2. С использованием Zr фильтра

- Установите Zr фильтр на коллиматор
- Установите высокое напряжение трубки $U = 30 \text{ kV}$
- Установите эмиссионный ток $I = 0.02 \text{ mA}$
- Установите угловой шаг $\Delta\beta = 0$
- Установите время экспозиции $\Delta t = 30 \text{ c}$
- Нажмите кнопку TARGET
- Используя ручку ADJUT выберите последовательно углы 0, 10, 20 градусов, измерения запускаются кнопкой SCAN, для вывода данных на экран рентгеновского аппарат нажмите REPLAY. Запишите свои данные (смотри таб. 2)
- Установите эмиссионный ток $I = 1.00 \text{ mA}$
- Установите время экспозиции $\Delta t = 300 \text{ c}$
- Используя ручку ADJUT выберите последовательно углы 30, 40, 50, 60 градусов, измерения запускаются кнопкой SCAN, для вывода данных на экран рентгеновского аппарат нажмите REPLAY. Запишите свои данные (смотри таб. 2)

3. Измерение фона

- Установите высокое напряжение трубки $U = 0 \text{ kV}$
- Установите эмиссионный ток $I = 0 \text{ mA}$
- Установите время экспозиции $\Delta t = 300 \text{ c}$
- Запишите данные фона

Вещество	Z	I (mA)	Δt , c	R (1/c) с Zr фильтром	R (1/c) без Zr фильтра
Нет		0.02	30		
C	6	0.02	30		
Al	13	0.02	30		
Fe	26	1.00	300		
Cu	29	1.00	300		
Zr	40	1.00	300		
Ag	47	1.00	300		