

Рентгеновское излучение

Презентация для 11 класса

Рентгеновское излучение —

электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на шкале электромагнитных волн между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением, что соответствует длинам волн от 10^{-2} до 10^2 \AA (от 10^{-12} до 10^{-8} м)

4

ОПТИКА И СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ



Вильгельм Рентген

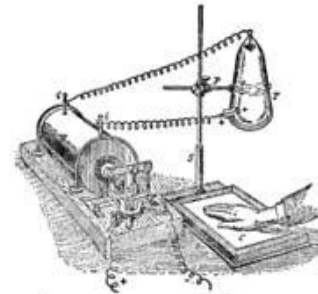
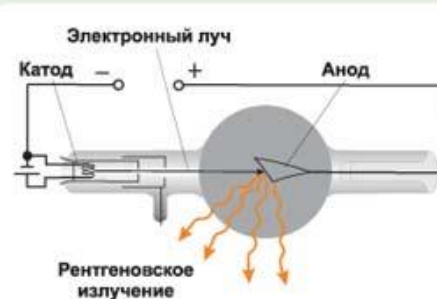


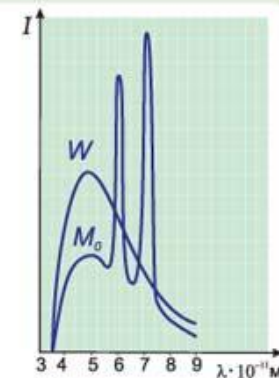
Схема установки В. Рентгена



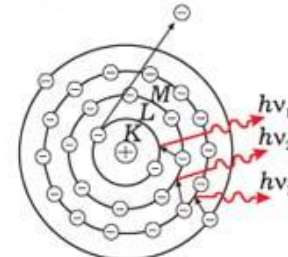
Рентгеновский снимок руки



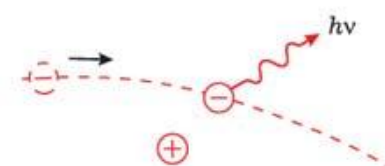
Устройство рентгеновской трубки



Спектры рентгеновского излучения



Механизм возникновения характеристического рентгеновского излучения



Механизм возникновения тормозного рентгеновского излучения

История открытия

- Оно было сделано в ноябре 1895 года Рентгеном — немецким ученым, который обнаружил эффект флуоресценции платиноцианистого бария во время работы катодолучевой трубки. Он описал характеристики этих лучей довольно подробно, включая способность проникать сквозь живые ткани. Они были названы ученым икс-лучами (X-rays), название "рентгеновские" прижилось в России позднее

Рентгеновское излучение было открыто немецким физиком В. Рентгеном (1845-1923).

Его имя увековечено и в некоторых других физических терминах, связанных с этим излучением: рентгеном называется международная единица дозы ионизирующего излучения; снимок, сделанный в рентгеновском аппарате, называется рентгенограммой; область радиологической медицины, в которой используются рентгеновские лучи для диагностики и лечения заболеваний, называется рентгенологией.

Рентген открыл излучение в 1895, будучи профессором физики Вюрцбургского университета.

Проводя эксперименты с катодными лучами (потоками электронов в разрядных трубках), он заметил, что расположенный вблизи вакуумной трубки экран, покрытый кристаллическим цианолатинитом бария, ярко светится, хотя сама трубка закрыта черным картоном. Далее Рентген установил, что проникающая способность обнаруженных им неизвестных лучей, которые он назвал X-лучами, зависит от состава поглощающего материала. Он получил также изображение костей собственной руки, поместив ее между разрядной трубкой с катодными лучами и экраном с покрытием из цианолатинита бария.

За открытие рентгеновских лучей Рентгену в 1901 году была присуждена первая Нобелевская премия по физике, причём нобелевский комитет подчёркивал практическую важность его открытия. Рентген не получил никакой финансовой выгоды от своего открытия. Он категорически отказался запатентовать какие-либо его детали, так как считал, что X-лучи должны служить всему человечеству. Рентген отказывался от всех приглашений на торжественные заседания и лекции. Единственное исключение пришлось сделать для кайзера Вильгельма с супругой. Кайзер пожаловал Рентгену дворянский титул с правом употребления частицы фон перед фамилией, чем Рентген ни разу не воспользовался.

За открытием Рентгена последовали эксперименты других исследователей, обнаруживших много новых свойств и возможностей применения этого излучения. Большой вклад внесли М.Лауэ, В.Фридрих и П.Книппинг, продемонстрировавшие в 1912 дифракцию рентгеновского излучения при прохождении его через кристалл; У.Кулидж, который в 1913 изобрел высоковакуумную рентгеновскую трубку с подогретым катодом; Г.Мозли, установивший в 1913 зависимость между длиной волны излучения и атомным номером элемента; Г.и Л. Брэгги, получившие в 1915 Нобелевскую премию за разработку основ рентгеноструктурного анализа.

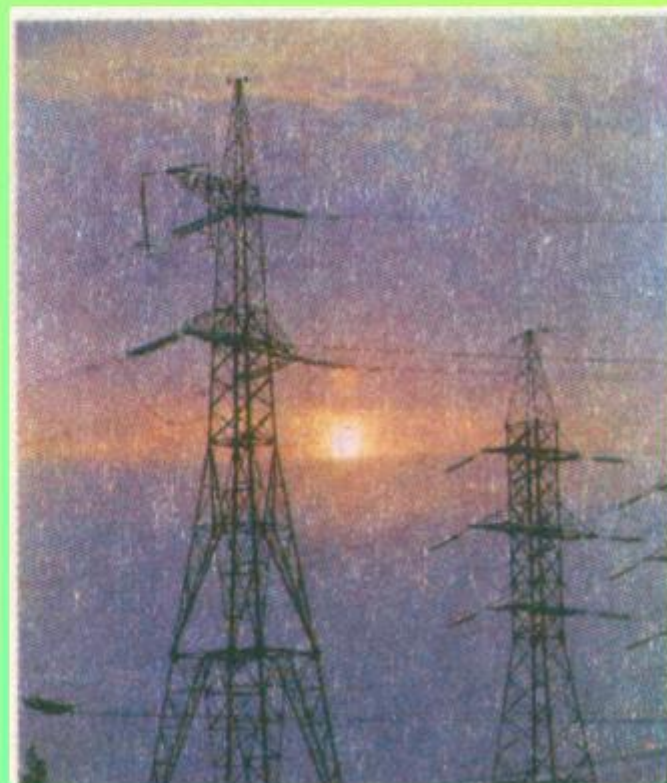
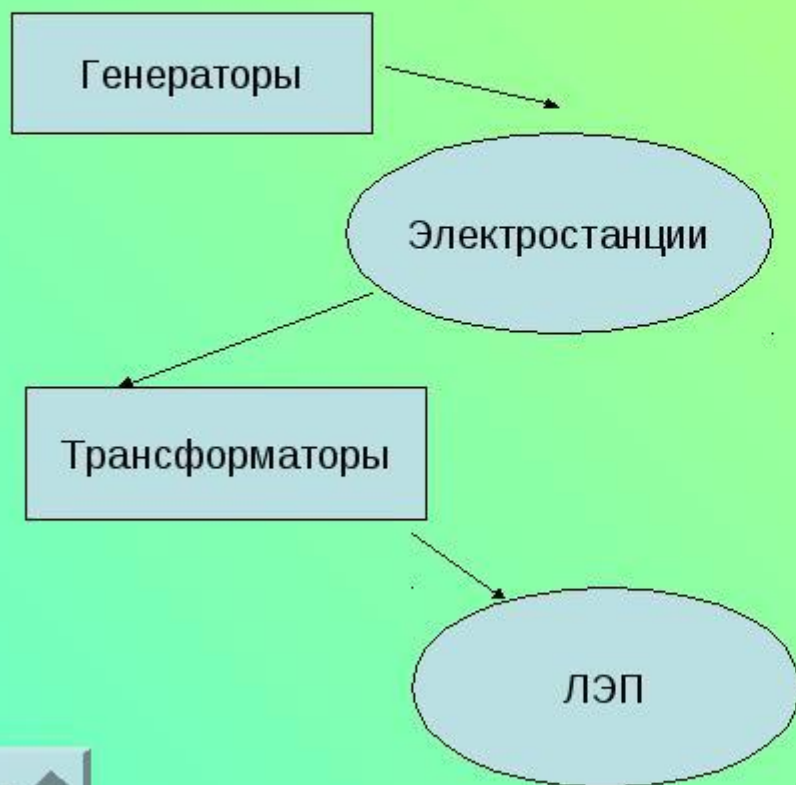
Рентгеновские лучи получают с помощью рентгеновских трубок, линейных ускорителей и бетатронов и накопителей электронов (синхротронное излучение), лазеров и др.

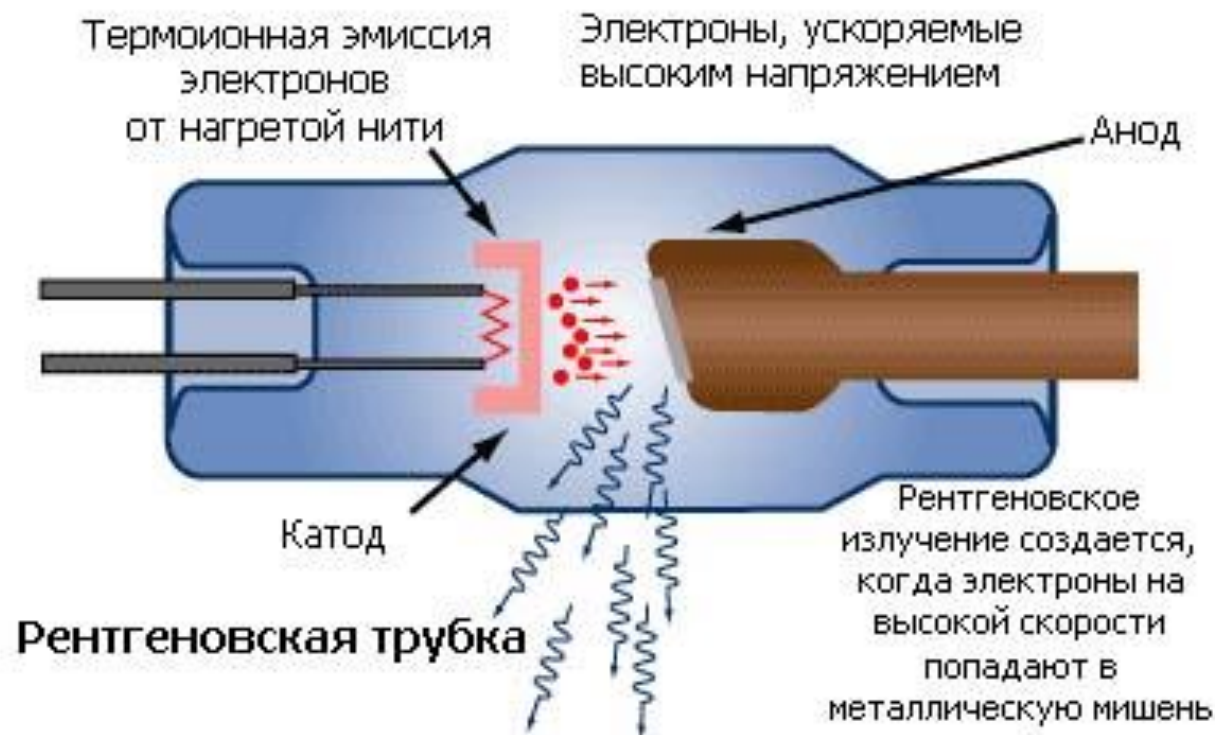
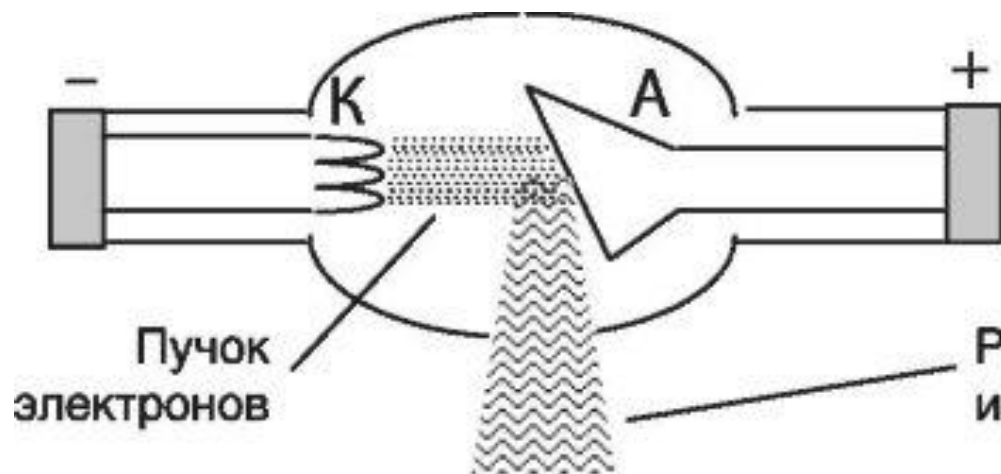
Источники рентгеновского излучения

Рентгеновские лучи излучаются при больших ускорениях электронов.



ИСТОЧНИКАМИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЯВЛЯЮТСЯ





В рентгеновской трубке разность потенциалов между катодом и анодом-мишенью (десятки киловольт) ускоряет электроны, бомбардирующие анод.

Рентгеновское излучение возникает при торможении быстрых электронов в электрическом поле атомов вещества анода (**тормозное излучение**) или при перестройке внутренних оболочек атомов (**характеристическое излучение**).

Характеристическое рентгеновское излучение имеет **дискретный характер** и возникает при переходе электронов атомов вещества анода с одного энергетического уровня на другой под воздействием внешних электронов или квантов излучения.

характеристическое рентгеновское излучение

Характеристическое рентгеновское излучение имеет не сплошной, а *линейчатый спектр*. Этот тип излучения возникает, когда быстрый электрон, достигая анода, проникает во внутренние орбитали атомов и выбивает один из их электронов. В результате появляется свободное место, которое может быть заполнено другим электроном, спускающимся с одной из верхних атомных орбиталей. Такой переход электрона с более высокого на более низкий энергетический уровень вызывает рентгеновское излучение определенной дискретной длины волны. Поэтому характеристическое рентгеновское излучение имеет *линейчатый спектр*. Частота линий характеристического излучения полностью зависит от структуры электронных орбиталей атомов анода.

Линии спектра характеристического излучения разных химических элементов имеют одинаковый вид, поскольку структура их внутренних электронных орбитальных идентична.

Тормозное рентгеновское излучение имеет **непрерывный спектр**, зависящий от анодного напряжения на рентгеновской трубке. При торможении в веществе анода электроны большую часть своей энергии расходуют на нагрев анода (99%) и лишь малая доля (1%) превращается в энергию рентгеновского излучения. В рентгенодиагностике чаще всего используется тормозное излучение.

Тормозное рентгеновское излучение

Тормозное рентгеновское излучение возникает при торможении электронов, движущихся с большой скоростью, электрическими полями атомов анода. Условия торможения отдельных электронов не одинаковы. В результате в энергию рентгеновского излучения переходят различные части их кинетической энергии.

Спектр тормозного рентгеновского излучения не зависит от природы вещества анода. Как известно, энергия фотонов рентгеновских лучей определяет их частоту и длину волны. Поэтому тормозное рентгеновское излучение не является монохроматическим. Оно характеризуется разнообразием длин волн, которое может быть представлено *сплошным (непрерывным) спектром*.

Рентгеновские лучи не могут иметь энергию большую, чем кинетическая энергия образующих их электронов. Наименьшая длина волны рентгеновского излучения соответствует максимальной кинетической энергии тормозящихся электронов. Чем больше разность потенциалов в рентгеновской трубке, тем меньшие длины волн рентгеновского излучения можно получить.

Основные свойства рентгеновских лучей характерны для всех электромагнитных излучений, однако существуют некоторые особенности

Рентгеновские лучи обладают следующими свойствами:

Отражение.

Эти волны практически не отражаются при падении на поверхность перпендикулярно. Установлено, что при определенных условиях свойством отражать лучи обладает алмаз.

Рентгеновские лучи обладают следующими свойствами:

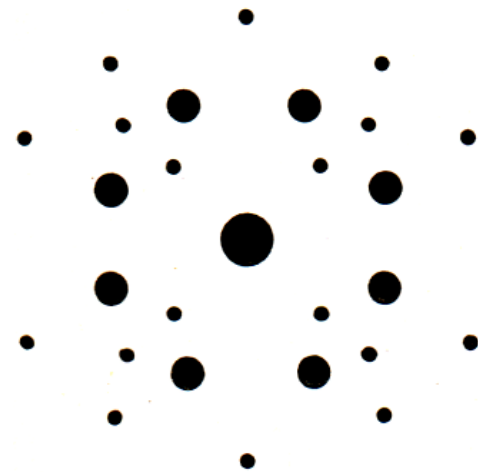
- **невидимость** - чувствительные клетки сетчатки глаза человека не реагируют на рентгеновские лучи, так как длина их волны в тысячи раз меньше, чем у видимого света

Рентгеновские лучи обладают следующими свойствами:

- **проникающая способность** - проникают без существенного поглощения через значительные слои вещества, непрозрачного для видимого света.
- Чем короче длина волны, тем большей проникающей способностью обладает рентгеновское излучение

Рентгеновские лучи обладают следующими свойствами:

- прямолинейное распространение – лучи преломляются, поляризуются (распространяются в определенной плоскости) и дифрагируют, как и видимый свет.
- Коэффициент преломления очень мало отличается от единицы



- **способность к поглощению** -
обладают способностью
поглощаться тканями организма,
на этом основана вся
рентгенодиагностика.
- Способность к поглощению
зависит от удельного веса тканей
(чем больше, тем больше
поглощение); от толщины
объекта; от жесткости излучения

- **фотографическое действие** -
разлагают галоидные соединения
серебра, в том числе находящиеся в
фотоэмульсиях, что позволяет полу-
чать рентгеновские снимки



- люминесцирующее действие - вызывают люминесценцию ряда химических соединений (люминофоров), на этом основана методика рентгеновского просвечивания. Интенсивность свечения зависит от строения флюоресцирующего вещества, его количества и расстояния от источника рентгеновского излучения. Люминофоры используют не только для получения изображения исследуемых объектов на рентгеноскопическом экране, но и при рентгенографии, где они позволяют увеличить лучевое воздействие на рентгенографическую пленку в кассете благодаря применению усиливающих экранов, поверхностный слой которых выполнен из флюоресцирующих веществ

- **биологическое действие** - оказывают воздействие на биологические объекты, в большинстве случаев это воздействие является вредным;

- **закон обратных квадратов** - для точечного источника рентгеновского излучения интенсивность убывает пропорционально квадрату расстояния до источника.

- ионизационное действие - обладают способностью вызывать распад нейтральных атомов на положительно и отрицательно заряженные частицы, на этом основана дозиметрия. Эффект ионизации любой среды заключается в образовании в ней положительных и отрицательных ионов, а также свободных электронов из нейтральных атомов и молекул вещества. Ионизация воздуха в рентгеновском кабинете при работе рентгеновской трубки приводит к увеличению электрической проводимости воздуха, усилению статических электрических зарядов на предметах кабинета. С целью устранения такого нежелательного влияния их в рентгеновских кабинетах предусмотрена принудительная приточно-вытяжная вентиляция

Где применяются икс-лучи

Медицина. Рентгенодиагностика — “просвечивание” живых организмов.

Рентгенотерапия — воздействие на опухолевые клетки.

Наука. Кристаллография, химия и биохимия используют их для выявления строения вещества.

Промышленность. Выявление дефектов металлических деталей.

Безопасность. Рентгеновское оборудование применяют для обнаружения опасных предметов в багаже в аэропортах и других местах.

Рентгеновское излучение вызывает почернение фотопленки.

Это его свойство имеет важное значение для медицины, промышленности и научных исследований.

Проходя сквозь исследуемый объект и падая затем на фотопленку, Рентгеновское излучение изображает на ней его внутреннюю структуру. Поскольку проникающая способность рентгеновского излучения различна для разных материалов, менее прозрачные для него части объекта дают более светлые участки на фотоснимке, чем те, через которые излучение проникает хорошо. Так, костные ткани менее прозрачны для рентгеновского излучения, чем ткани, из которых состоит кожа и внутренние органы.

Поэтому на рентгенограмме кости обозначатся как более светлые участки и более прозрачное для излучения место перелома может быть достаточно легко обнаружено.

Рентгеновская съемка используется также в стоматологии для обнаружения кариеса и абсцессов в корнях зубов, а также в промышленности для обнаружения трещин в литье, пластмассах и резинах.

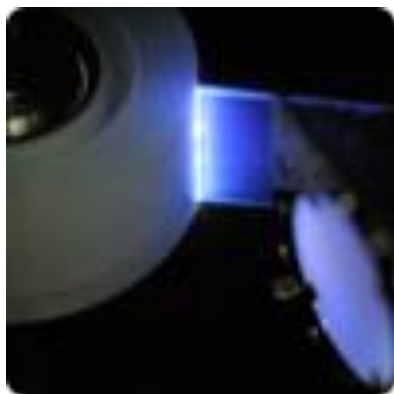
Рентгеновское излучение используется **в химии** для анализа соединений и в физике для **исследования структуры кристаллов**.

Пучок рентгеновского излучения, проходя через химическое соединение, вызывает характерное вторичное излучение, спектроскопический анализ которого позволяет химику установить состав соединения.

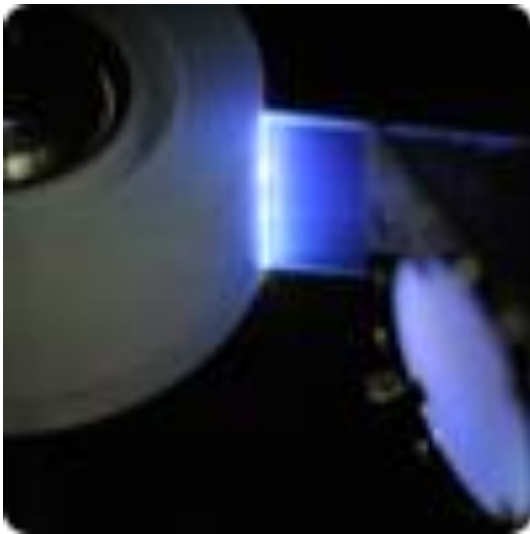
При падении на кристаллическое вещество пучок рентгеновских лучей рассеивается атомами кристалла, давая четкую правильную картину пятен и полос на фотопластинке, позволяющую установить внутреннюю структуру кристалла.

«Просветить» планету

Молния – источник сильного рентгеновского излучения с интенсивностью до 250 000 электронвольт. Для сравнения это в два раза превышает силу излучения при рентгене грудной клетки. А так как каждую секунду примерно 50 молний ударяется о поверхность Земли, поражая около шести раз в год каждый ее квадратный метр, то в принципе можно рассматривать молнию, как попытку рентгена Матушки-Земли и всех на ней живущих со стороны Небесного Терапевта...



Мало кто знает, но очень многие предметы даже домашнего быта испускают хоть и слабое, но все же вполне реальное рентгеновское излучение. Особенно в этом плане интересен простой хозяйственный скотч, потому что в обычном состоянии «икс-лучей» он не испускает, и начинает «фонить» только тогда, когда его разматывают и наклеивают. Это явление называется триболоминесценцией. Оно возникает при растирании, раскалывании или раздавливании кристаллов. При достаточно "грубом" вмешательстве кристалл разрушается, причем некоторые частицы случайным образом оказываются несущими больше положительных зарядов, а некоторые – отрицательных.



Между ними проскакивают разряды, под воздействием которых вещество и начинает испускать излучение. Честь открытия принадлежит советским ученым, которые в 1953 году провели специальный эксперимент. Результат поразил всех – липкая лента была настолько «заряжена», что удалось сделать даже простейший рентгеновский снимок большого пальца.

- Это явление - совсем не повод отказаться от использования скотча в быту, - считают ученые.



А вот нестандартный метод применения рентгена. Теперь уже для.. моды. В 1927 году в Нью-Йорке был запатентован флюороскоп для обувных магазинов, поступивший в американские и европейские салоны. С помощью этой машинки значительно упрощался обувной шопинг. Покупатель вставал на специальную лесенку и вставлял ноги в щель. Продавщица, покрутив ручки, и пощелкав тумблерами чудо-машины, делала рентгеновский снимок стопы, по которому было очень удобно подбирать обувь. Лишь после многочисленных жалоб на ущерб здоровью от ударной дозы радиации (одной женщине даже ампутировали ноги), все аппараты были отозваны и уничтожены.



В СССР для изготовления кустарных пластинок, на которые записывалась нелегальная музыка, широко использовали старые рентгеновские снимки. Их называли «пластинки на костях» или «пластинки на рёбрах». Дорогой винил был в дефиците и поэтому с помощью примитивных приборов музыку с дорогой пластинки сводили на дешёвые копии. Материал обходился бесплатно, медперсонал даже благодарил тех, кто помогал разгружать архивы. Наверное, это был первый случай аудиопиратства в России, такие пластинки назывались «рентгениздатом». Правда известные мелодии и хиты при воспроизведении звучали необычно, по-новому. Именно поэтому, сейчас западные исследователи специально собирают такие «диски».

Разбор заданий. Тульчинский М.Е. Качественные задачи по физике.

– М.: Просвещение, 1972:

- 1684. Металлическая пластинка под действием рентгеновских лучей зарядилась. Каков знак заряда? Почему? *(Положительный, т. к. из пластинки под действием рентгеновских лучей вырываются электроны)*
- 1685. Для чего врачи-рентгенологи пользуются при работе перчатками, фартуками и очками, в которые введены соли свинца? *(Свинец и соли свинца поглощают рентгеновские лучи)*
- 1688. При рентгенодиагностике желудочно-кишечного тракта больному дают «бариеву кашу». Для чего это делается? *(Сернокислая соль бария поглощает рентгеновское излучение и делает видимыми мягкие ткани тела человека (желудок, кишечник))*

Литература

А.И. Климин, В.А. Урвалов. Вильгельм Рентген. Первый Нобелевский лауреат. К 100 - летию присуждения Нобелевских премий. Физика. Еженедельная газета объединения педагогических изданий «Первое сентября». № 44, 2001 г.

Конрад В. Кристаллы Вильгельма Конрада Рентгена. Физика. Еженедельная газета объединения педагогических изданий «Первое сентября». № 22, 23, 1995 г.

Вильгельм Конрад Рентген и его лучи. Физика. Еженедельная газета объединения педагогических изданий «Первое сентября». № 4, 1996 г.

Фрейдин Ю.Л. Мелкие детали великого события. Физика. Еженедельная газета объединения педагогических изданий «Первое сентября». № 34, 1997 г.

Власов П. Беседы о рентгеновских лучах. – М.: Молодая гвардия, серия «Эврика», 1977.

Т.В. Дороненко. Рентгеновское излучение. Урок – конференция, 2 ч. 11-й класс. Базовый курс. Физика. Научно-методическая газета объединения педагогических изданий «Первое сентября». № 6, 2004 г.

Рентген – первый лауреат Нобелевской премии. Что такое X – лучи?
Физика. Научно-методическая газета объединения педагогических изданий «Первое сентября». № 4, 2006 г.

Б.В. Булюбаш. Уничтожить, чтобы увидеть. Рентгеновская кристаллография. Физика. Научно-методическая газета объединения педагогических изданий «Первое сентября». № 22, 2009 г.

Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин Физика. 11 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений с приложением на электронном носителе. Базовый и профильный уровни. Под редакцией проф. В.И. Николаева, проф. Н.А. Парфентьевой М., Просвещение. 2011 г.

Физика: Учебник для 11 кл. школ и классов с углубленным изучением физики / А.Т. Глазунов, О.Ф. Кабардин, А.Н. Малинин и др.; Под ред. А.А. Пинского. М.: Просвещение, 2009.

В.А. Егорова. Учебная игра «Рентгеновские лучи». Журнал «Физика в школе». 1998 г. № 1, с.34.

Р.А. Видинеева. Пресс - конференция «Рентгеновские лучи». Журнал «Физика в школе». 1988 г. № 4, с.32.

Спасибо за проявленный интерес к
теме!