

# *Рентгеновские лучи*

# Рентгеновские лучи

- *Может быть, и не все слышали об инфракрасных и ультрафиолетовых лучах, но о существовании рентгеновских лучей, конечно, знают все. Эти замечательные лучи проникают сквозь непрозрачные для обычного света тела.*



*Рентгеновские лучи имеют длины волн в диапазоне от  $10^{-12}$  до  $10^{-8}$  м.*

# Вильгельм Конрад Рентген

- **Рентген Вильгельм** (1845—1923) — немецкий физик, открывший в 1895 г. коротковолновое электромагнитное излучение — рентгеновские лучи. Открытие рентгеновских лучей оказало огромное влияние на все последующее развитие физики, в частности привело к открытию радиоактивности. **Первая Нобелевская премия по физике была присуждена Рентгену.** Рентген способствовал быстрому распространению практического применения своего открытия в медицине. Конструкция созданной им первой рентгеновской трубки для получения рентгеновских лучей сохранилась в основных чертах до настоящего времени.



# Открытие рентгеновских лучей

- Рентгеновские лучи были открыты в 1895 г. немецким физиком **Вильгельмом Рентгеном**. В конце XIX века всеобщее внимание физиков привлек газовый разряд при малом давлении. При этих условиях в газоразрядной трубке создавались потоки очень быстрых электронов. В то время их называли **катодными** лучами. Природа этих лучей еще не была с достоверностью установлена. Известно было лишь, что эти лучи берут начало на катоде трубки.

# Открытие рентгеновских лучей

- Занявшись исследованием катодных лучей, Рентген скоро заметил, что **фотопластинка** вблизи разрядной трубки оказывалась **засвеченной** даже в том случае, когда она была завернута в черную бумагу. После этого ему удалось наблюдать еще одно очень поразившее его явление. Бумажный экран, смоченный раствором платиносинеродистого бария, начинал **светиться**, если им обертывалась разрядная трубка.

# Открытие рентгеновских лучей

- При этом когда Рентген держал руку между трубкой и экраном, то на экране были видны темные тени костей на фоне более светлых очертаний всей кисти руки.



Первый рентгеновский  
СНИМОК

# Открытие рентгеновских лучей

- Ученый понял, что при работе разрядной трубки возникает какое-то неизвестное ранее сильно проникающее излучение. Он назвал его **X-лучами**. Впоследствии за этим излучением прочно укрепился термин «рентгеновские лучи».
- Рентген обнаружил, что новое излучение появлялось в том месте, где катодные лучи (потоки быстрых электронов) сталкивались со стеклянной стенкой трубки. В этом месте стекло светилось зеленоватым светом.
- Последующие опыты показали, что **X-лучи возникают при торможении быстрых электронов любым препятствием**, в частности металлическими электродами.

# Свойства рентгеновских лучей

Лучи, открытые Рентгеном,

- засвечивали фотопластинку,
- вызывали ионизацию воздуха,
- практически не отражались от каких-либо веществ и не испытывали преломления
- электромагнитное поле не оказывало никакого влияния на направление их распространения
- обладали большой проникающей способностью



# Свойства рентгеновских лучей

- **Поглощение** рентгеновских лучей пропорционально плотности вещества, поэтому с помощью рентгеновских лучей можно получать фотографии внутренних органов человека. На этих фотографиях хорошо различимы кости скелета и места различных перерождений мягких тканей.



# Свойства рентгеновских лучей

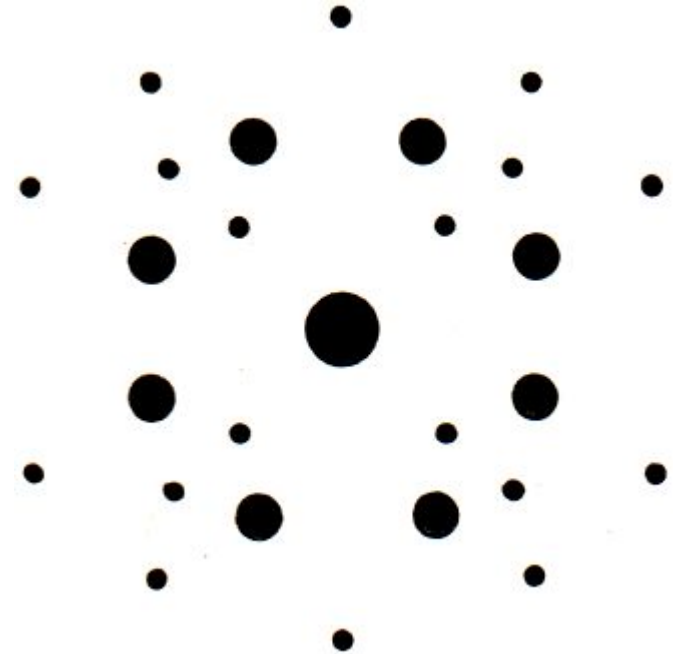
- Сразу же возникло предположение, что рентгеновские лучи — это электромагнитные волны, которые излучаются при резком торможении электронов. В отличие от световых лучей видимого участка спектра и ультрафиолетовых лучей рентгеновские лучи имеют гораздо меньшую длину волны. Их длина волны тем меньше, чем больше энергия электронов, сталкивающихся с препятствием. **Большая проникающая способность рентгеновских лучей и прочие их особенности связывались именно с малой длиной волны.** Но эта гипотеза нуждалась в доказательствах, и доказательства были получены спустя 15 лет после смерти Рентгена.

# Дифракция рентгеновских лучей

- Если рентгеновское излучение представляет собой электромагнитные волны, то оно должно обнаруживать **дифракцию** — явление, присущее всем видам волн. Сначала пропускали рентгеновские лучи через очень узкие щели в свинцовых пластинках, но ничего похожего на дифракцию обнаружить не удавалось. Немецкий физик **Макс Лауэ** предположил, что длина волны рентгеновских лучей слишком мала для того, чтобы можно было обнаружить дифракцию этих волн на искусственно созданных препятствиях. Ведь нельзя сделать щели размером  $10^{-8}$  см, поскольку таков размер самих атомов. А что если рентгеновские лучи имеют примерно такую же длину волны? Тогда остается единственная возможность - **использовать кристаллы**. Они представляют собой упорядоченные структуры, в которых расстояния между отдельными атомами равны размеру самих атомов, т. е.  $10^{-8}$  см. Кристалл с его периодической структурой и есть то естественное устройство, которое неизбежно должно вызвать заметную дифракцию волн, если длина их близка к размерам атомов.

# Дифракция рентгеновских лучей

- И вот узкий пучок рентгеновских лучей был направлен на кристалл, за которым была расположена фотопластинка.
- Результат полностью согласовался с самыми оптимистическими ожиданиями. Наряду с большим центральным пятном, которое давали лучи, распространяющиеся по прямой, возникли регулярно расположенные небольшие пятнышки вокруг центрального пятна .
- Появление этих пятнышек можно было объяснить только дифракцией рентгеновских лучей на упорядоченной структуре кристалла.



# Применение рентгеновских лучей

Рентгеновские лучи нашли себе много очень важных практических применений.

- В **медицине** они применяются для постановки правильного диагноза заболевания, а также для лечения раковых заболеваний.
- Весьма обширны применения рентгеновских лучей в **научных исследованиях**. По дифракционной картине, даваемой рентгеновскими лучами при их прохождении сквозь кристаллы, удастся установить порядок расположения атомов в пространстве - **структуру кристаллов**. С помощью рентгеноструктурного анализа удастся расшифровать **строение сложнейших органических соединений, включая белки**. В частности, была определена структура молекулы гемоглобина, содержащей десятки тысяч атомов.

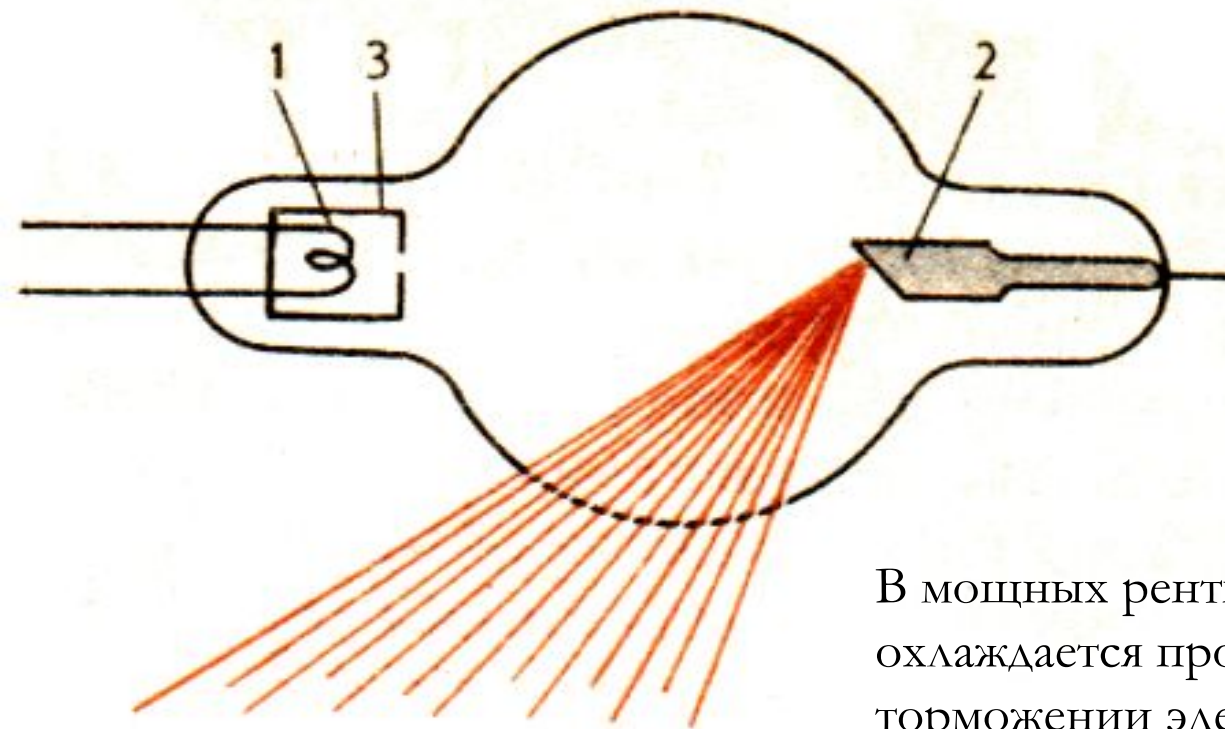
# Применение рентгеновских лучей

- Из других применений рентгеновских лучей отметим **рентгеновскую дефектоскопию** — метод обнаружения раковин в отливках, трещин в рельсах, проверки качества сварных швов и т. д.
- В **рентгеновской астрономии**

# Устройство рентгеновской трубки

- В настоящее время для получения рентгеновских лучей разработаны весьма совершенные устройства, называемые **рентгеновскими трубками**.
- Упрощенная схема электронной рентгеновской трубки. **Катод 1** представляет собой вольфрамовую спираль, испускающую электроны за счет термоэлектронной эмиссии. **Цилиндр 3** фокусирует поток электронов, которые затем соударяются с металлическим электродом (**анодом**) 2. При этом рождаются рентгеновские лучи. Напряжение между анодом и катодом достигает нескольких десятков киловольт. В трубке создается глубокий вакуум; давление газа в ней не превышает  $10^{-5}$  мм рт. ст.

# Схема рентгеновской трубки



- 1 – катод
- 2 – анод
- 3 – цилиндр

В мощных рентгеновских трубках анод охлаждается проточной водой, так как при торможении электронов выделяется большое количество теплоты. В полезное излучение превращается лишь около 3% энергии электронов.



# Шесть интересных фактов о рентгене

## «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...

# Шесть интересных фактов о рентгене

## Скотч-рентген

- 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.

# *Шесть интересных фактов о рентгене*

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.



# Шесть интересных фактов о рентгене

## Обувь - точно по ножке

- 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.

# Шесть интересных фактов о рентгене



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.

# Шесть интересных фактов о рентгене

## Музыка на костях

- 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.

# Шесть интересных фактов о рентгене



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»**.

# Шесть интересных фактов о рентгене

## Купаясь в лучах рентгена

- Один из современных английских фотографов Ник Визи решил не ходить проторенными тропами своих предшественников и придумал свое направление в фотографии – **рентгенографию**. Суть проста – мастер хочет показать изнаночную (а может она основная?) сторону вещей, их реальную природу.





Так выглядит одна из самых дорогих топ-моделей мира ( не будем называть ее имя) в его работах.  
Женская красота – прекрасна в любом  
ВИДЕ.



# Интересные снимки рентгена



2  
1  
L

Acc: KAN-07-268  
2007 Jul 1  
Acq Tm: 15:37:3

