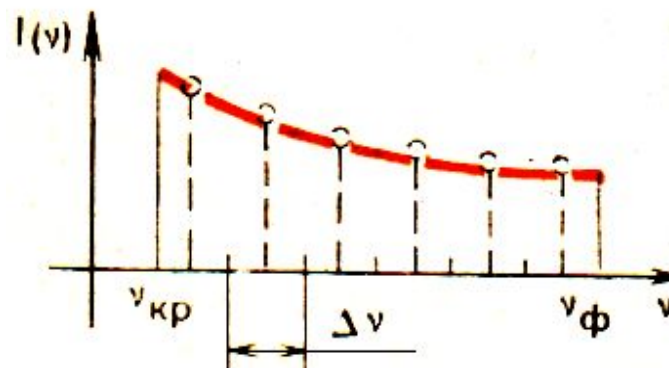
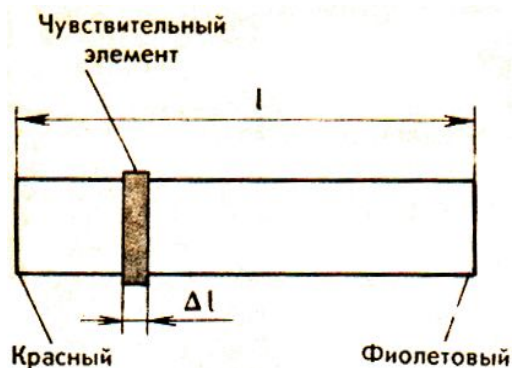


## ИНФРАКРАСНОЕ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

*Видимое излучение (свет) далеко не исчерпывает возможные виды излучений. С видимым излучением соседствуют инфракрасное и ультрафиолетовое.*

## Опыт

Вернемся к опыту по исследованию распределения энергии в спектре электрической дуги. При перемещении черной пластины — чувствительного элемента прибора — к красному концу спектра обнаруживается увеличение температуры. Если сдвинуть пластину за красный конец спектра, где глаз уже не обнаруживает света, то нагревание пластины оказывается еще большим.



## Электромагнитные волны

Электромагнитные волны, вызывающие этот нагрев, называются **инфракрасными**. Их испускает любое нагретое тело даже в том случае, когда оно не светится.

Например, батареи отопления в квартире испускают инфракрасные волны, вызывающие заметное нагревание окружающих тел. Поэтому инфракрасные волны часто называют **тепловыми**.

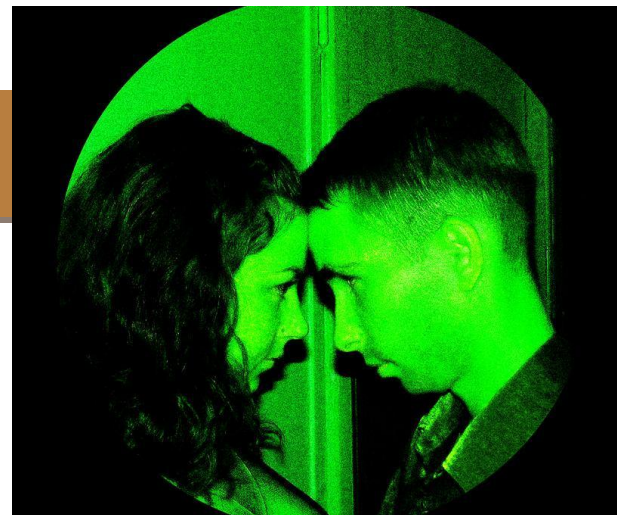
Не воспринимаемые глазом инфракрасные волны имеют длины, превышающие длину волны красного света. Максимум энергии излучения электрической дуги и лампы накаливания приходится на инфракрасные лучи.

## Применение

Инфракрасное излучение применяют для сушки лакокрасочных покрытий, овощей, фруктов и т. д. Созданы приборы, в которых не видимое глазом инфракрасное изображение объекта преобразуется в видимое. Изготавливаются бинокли и оптические прицелы, позволяющие видеть в темноте.



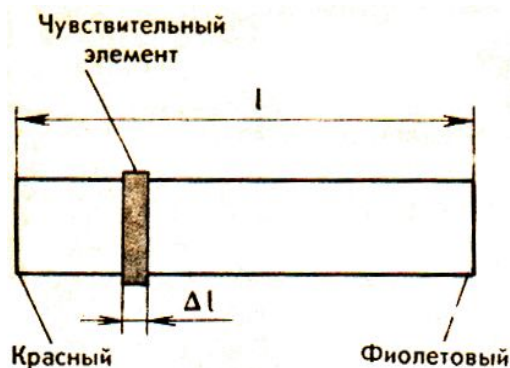
## ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ



## Опыт

За фиолетовым концом спектра прибор также обнаружит повышение температура, но, правда, очень незначительное. Следовательно, существуют электромагнитные волны с длиной волны меньшей, чем у фиолетового света. Они называются **ультрафиолетовыми**.

Обнаружить ультрафиолетовое излучение можно с помощью экрана, покрытого люминесцирующим веществом. Экран начинает светиться в той части, на которую приходятся лучи, лежащие за фиолетовой областью спектра.



## Электромагнитные волны

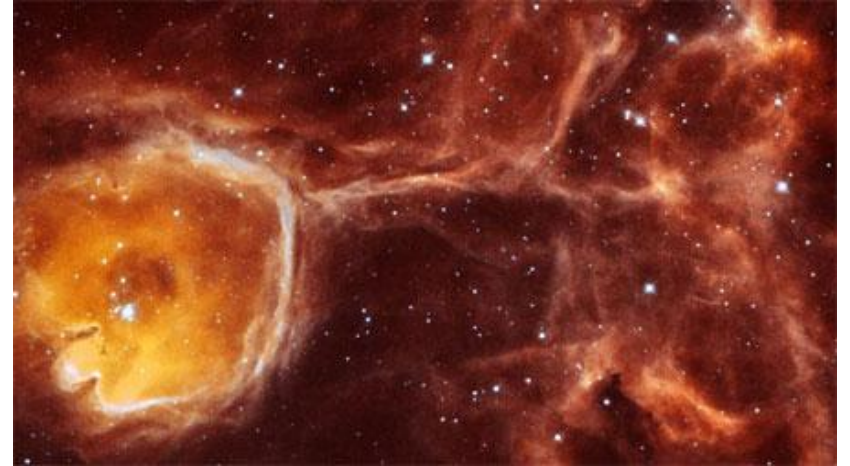
Ультрафиолетовое излучение отличается высокой химической активностью. Повышенную чувствительность к ультрафиолетовому излучению имеет фотоэмульсия. В этом можно убедиться, спроецировав спектр в затемненном помещении на фотобумагу. После проявления бумага почернеет за фиолетовым концом спектра сильнее, чем в области видимого спектра.

Ультрафиолетовые лучи не вызывают зрительных образов, они невидимы. Но действие их на сетчатку глаза и кожу велико и разрушительно. Ультрафиолетовое излучение Солнца недостаточно поглощается верхними слоями атмосферы. Поэтому высоко в горах нельзя оставаться длительное время без одежды и без темных очков. Стекло, прозрачное для видимого спектра, защищает глаза от ультрафиолетового излучения, так как стекло сильно поглощает ультрафиолетовые лучи.

## Применение

Впрочем, в малых дозах ультрафиолетовые лучи производят целебное действие. Умеренное пребывание на солнце полезно, особенно в юном возрасте; ультрафиолетовые лучи способствуют росту и укреплению организма. Кроме прямого действия на ткани кожи (образование защитного пигмента - загара, витамина  $D_2$ ), ультрафиолетовые лучи оказывают влияние на центральную нервную систему, стимулируя ряд важных жизненных функций в организме.

Ультрафиолетовые лучи оказывают также бактерицидное действие. Они убивают болезнетворные бактерии и используются с этой целью в медицине.



## УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

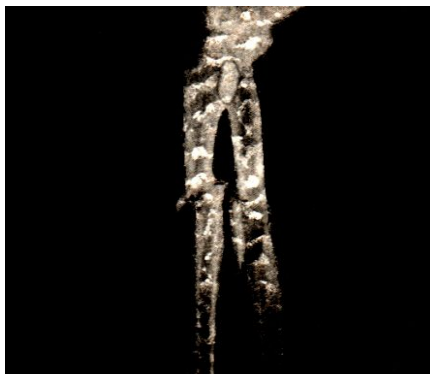
## Рентген Вильгельм

**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.



## Электромагнитные волны

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.

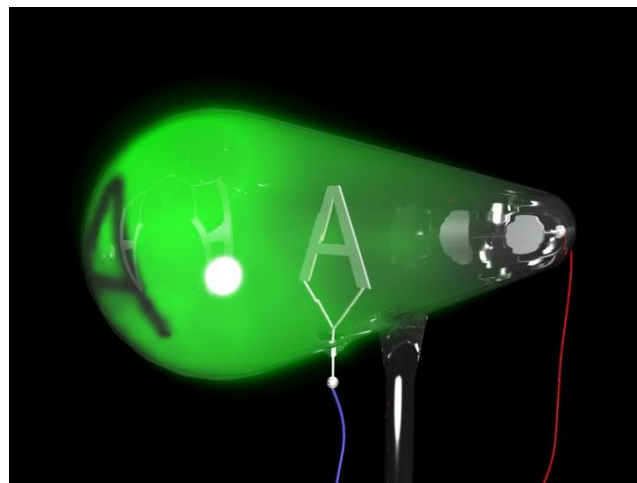
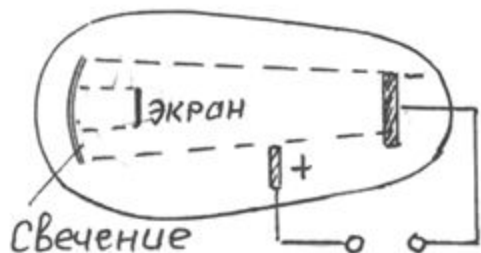


## Открытие рентгеновских лучей

Рентгеновские лучи были открыты в 1895 г. немецким физиком Вильгельмом Рентгеном. Рентген умел наблюдать, умел замечать новое там, где многие ученые до него не обнаруживали ничего примечательного. Этот особый дар помог ему сделать замечательное открытие.

## Открытие рентгеновских лучей

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.



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 платино-синеродистого бария, начинал светиться, если им обертывалась разрядная трубка. Причем когда Рентген держал руку между трубкой и экраном, то на экране были видны темные тени костей на фоне более светлых очертаний всей кисти руки.

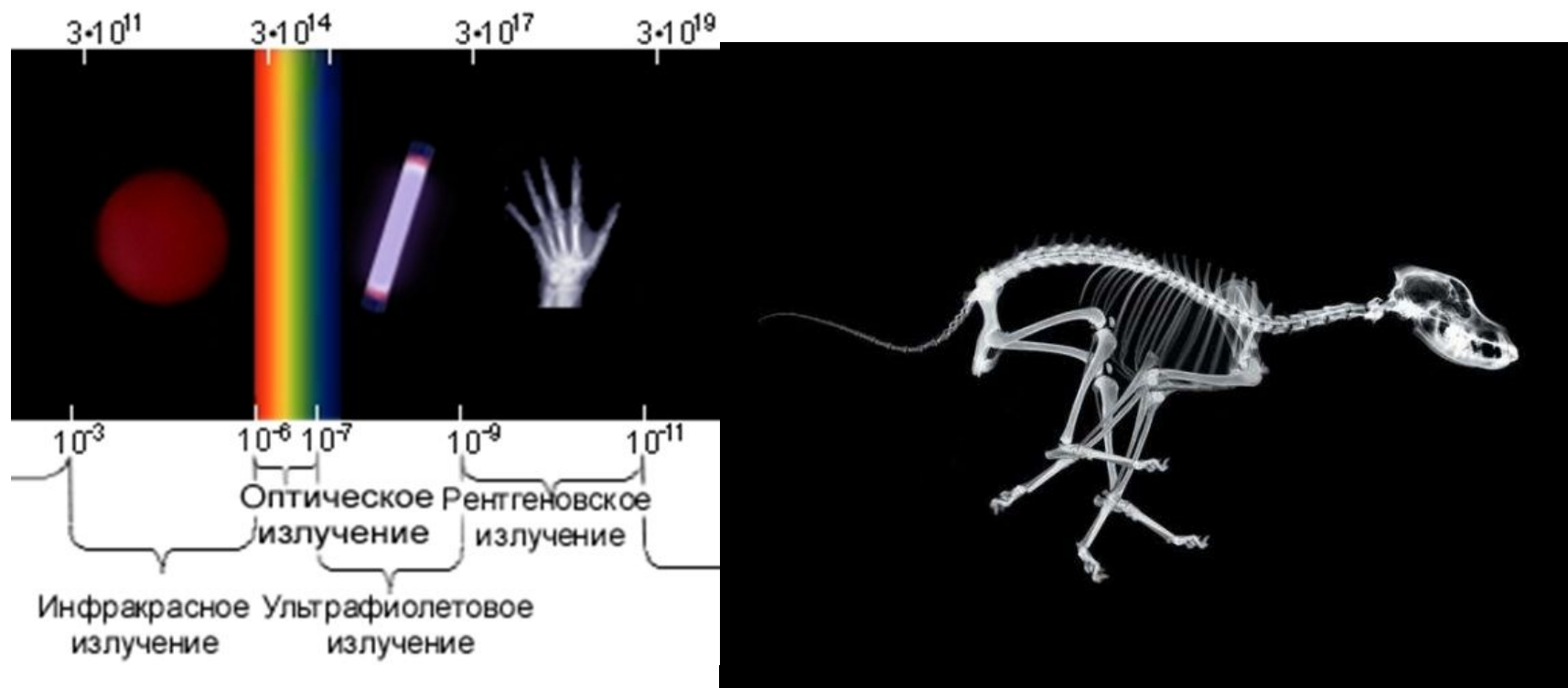
Ученый понял, что при работе разрядной трубки возникает какое-то неизвестное ранее сильно проникающее излучение. Он назвал его X-лучами. Впоследствии за этим излучением прочно укрепился термин «рентгеновские лучи».

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.

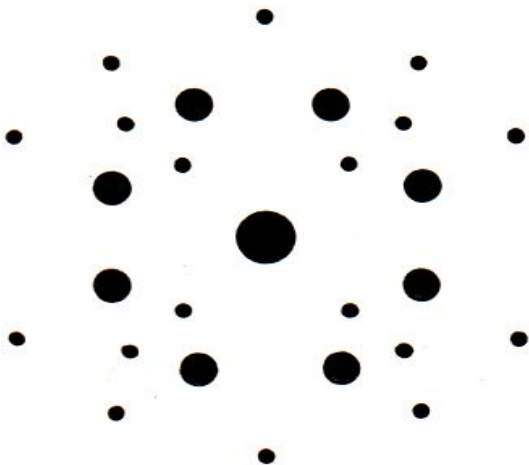
Лучи, открытые Рентгеном, действовали на фотопластинку, вызывали ионизацию воздуха, но заметным образом не отражались от каких-либо веществ и не испытывали преломления. Электромагнитное поле не оказывало никакого влияния на направление их распространения.

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.





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 по порядку величины 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.



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 (рис. 50). Появление этих пятнышек можно было объяснить только дифракцией рентгеновских лучей на упорядоченной структуре кристалла.

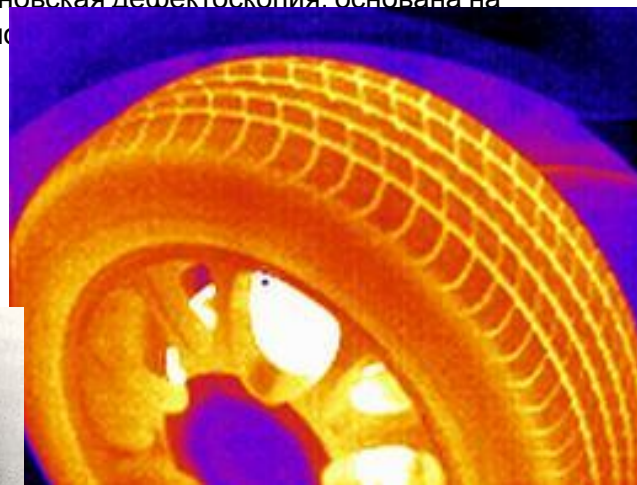
Исследование дифракционной картины позволило определить длину волны рентгеновских лучей. Она оказалась меньше длины волны ультрафиолетового излучения и по порядку величины была равна размерам атома ( $10^{-8}$  см).

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, удается установить порядок расположения атомов в пространстве - структуру кристаллов. Сделать это для неорганических кристаллических веществ оказалось не очень сложно. Но с помощью рентгеноструктурного анализа удается расшифровать строение сложнейших органических соединений, включая белки. В частности, была определена структура молекулы гемоглобина, содержащей десятки тысяч атомов.

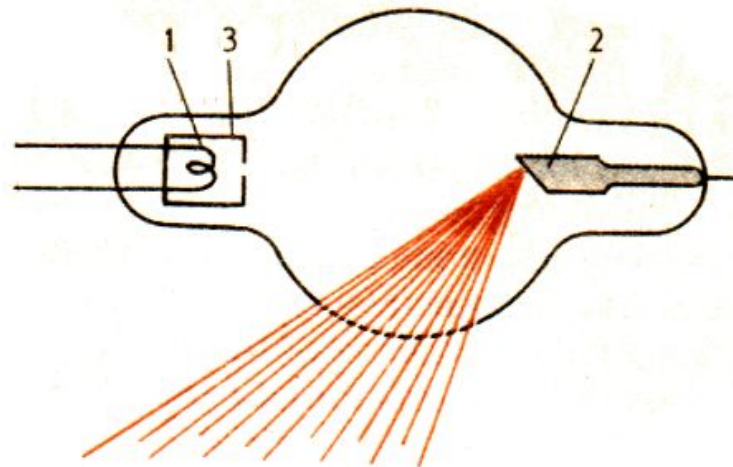
Эти достижения стали возможными благодаря тому, что длина волны рентгеновских лучей очень мала, - именно поэтому удалось «увидеть» молекулярные структуры. Увидеть, конечно, не в буквальном смысле; речь идет о получении дифракционной картины, с помощью которой после немалой затраты труда на ее расшифровку можно восстановить характер пространственного расположения атомов.

Из других применений рентгеновских лучей отметим рентгеновскую **дефектоскопию** — метод обнаружения раковин в отливках, трещин в рельсах, проверки качества сварных швов и т. д. Рентгеновская дефектоскопия основана на излучении при наличии в нем по



В настоящее время для получения рентгеновских лучей разработаны весьма совершенные устройства, называемые рентгеновскими трубками.

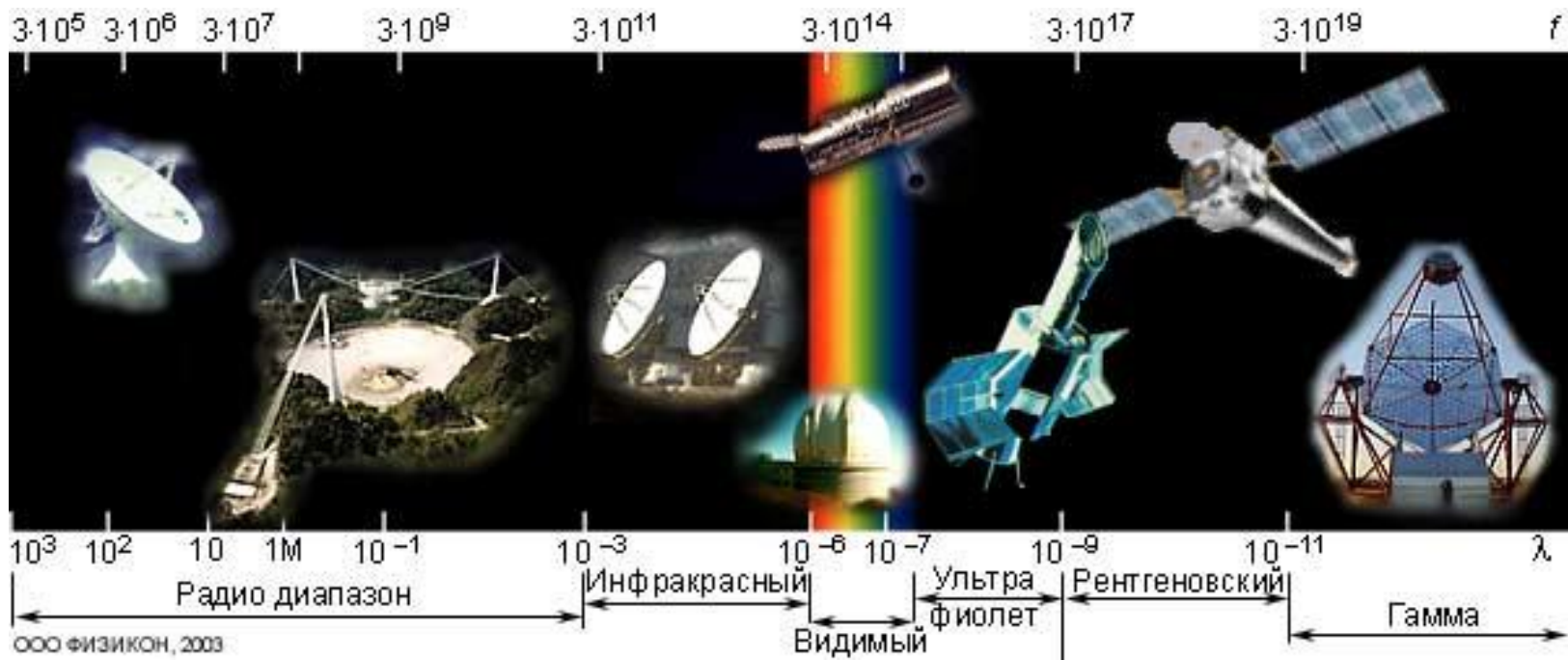
На рисунке 51 изображена упрощенная схема электронной рентгеновской трубки. Катод 1 представляет собой вольфрамовую спираль, испускающую электроны за счет термоэлектронной эмиссии. Цилиндр 3 фокусирует поток электронов, которые затем соударяются с металлическим электродом (анодом) 2. При этом рождаются 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.



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.

Принято выделять *низкочастотное излучение, радиоизлучение, инфракрасные лучи, видимый свет, ультрафиолетовые лучи, рентгеновские лучи и  $\gamma$ -излучение*. Со всеми этими излучениями, кроме  $\gamma$ -излучения, вы уже знакомы. Самое коротковолновое  $\gamma$ -излучение испускают атомные ядра.

Принципиального различия между отдельными излучениями нет. Все они представляют собой электромагнитные волны, порождаемые заряженными частицами. Обнаруживаются электромагнитные волны в конечном счете по их действию на заряженные частицы. В вакууме излучение любой длины волны распространяется со скоростью 300 000 км/с. Границы между отдельными областями шкалы излучений весьма условны.



## Устройство рентгеновской трубки

Излучения различной длины волны отличаются друг от друга по способу их получения (излучение антенны, тепловое излучение, излучение при торможении быстрых электронов и др.) и методам регистрации.

Все перечисленные виды электромагнитного излучения порождаются также космическими объектами и успешно исследуются с помощью ракет, искусственных спутников Земли и космических кораблей. В первую очередь это относится к рентгеновскому и  $\gamma$ -излучениям, сильно поглощаемом атмосферой.

По мере уменьшения длины волны *количественные различия в длинах волн приводят к существенным качественным различиям.*

Излучения различной длины волны очень сильно отличаются друг от друга по поглощению их веществом. Коротковолновые излучения (рентгеновское и особенно  $\gamma$ -лучи) поглощаются слабо. Непрозрачные для волн оптического диапазона вещества прозрачны для этих излучений. Коэффициент отражения электромагнитных волн также зависит от длины волны. Но главное различие между длинноволновым и коротковолновым излучениями в том, что *коротковолновое излучение обнаруживает свойства частиц.*

