Мы знаем, что длина электромагнитных волн бывает самой различной: от 103 м (радиоволны) до 1СГ10 м (рентгеновские лучи). Свет составляет ничтожную часть широкого спектра электромагнитных волн. При изучении этой малой части спектра были открыты другие излучения с необычными свойствами.

На форзацах учебника изображена полная шкала электромагнитных волн с указанием длин волн и частот различных излучений, а также устройства, с помощью которых получают электромагнитные волны разных диапазонов частот.

Принято выделять низкочастотное излучение, радиоизлучение, инфракрасные лучи, видимый свет, ультрафиолетовые лучи, рентгеновские лучи и у-излучение. Границы между отдельными областями шкалы излучений весьма условны.

Принципиального различия физической природы между отдельными излучениями нет. Все они представляют собой электромагнитные волны с присущими им свойствами. В вакууме электромагнитное излучение любой длины волны распространяется со скоростью 300 ООО км/с.

Излучения различных длин волн отличаются друг от друга по способам их получения (излучение антенны, излучение нагретых тел, излучение при торможении быстрых электронов и др.) и по методам регистрации.

Инфракрасное излучение.

Электромагнитное излучение с частотами в диапазоне от 3 1011 до 3,75 1014 Гц называют инфракрасным излучением.

Его 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 волн, прерывающие длину волны красного света. Максимум энергии излучения электрической дуги и лампы накаливания приходится на инфракрасные лучи.

Ультрафиолетовое излучение.

Электромагнитное излучение с частотами в диапазоне от 8 • 1014 до 3 • 1016 Гц называют ультрафиолетовым излучением (длина волны 10—380 нм).

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

Ультрафиолетовое излучение отличается высокой химической активностью. Повышенную чувствительность к ультрафиолетовому излучению имеет фотоэмульсия. В этом можно убедиться, спроецировав спектр в затемнённом 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 тёмных очков. Стеклянные очки, прозрачные для видимого спектра, защищают глаза от ультрафиолетового излучения, так как стекло сильно поглощает ультрафиолетовые лучи.

Рентгеновское излучение.

Рентгеновское излучение — это излучение с частотами в диапазоне.

Более подробно остановимся на этом виде излучения, так как, помимо интересной истории открытия, оно имеет широчайшее практическое применение.

В конце XIX в. всеобщее внимание физиков привлёк газовый разряд при малом давлении. При этих условиях в газоразрядной трубке создавались потоки очень быстрых электронов. В то время их называли катодными лучами. Природа таких лучей ещё не была с достоверностью установлена. Известно было лишь, что они берут начало на катоде трубки.

Занявшись исследованием катодных лучей, немецкий физик Вильгельм Рентген скоро заметил, что фотопластинка вблизи разрядной трубки оказывалась засвеченной даже в том случае, когда она была завёрнута в чёрную бумагу.

Учёный 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 Х-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. Большая проникающая способность рентгеновских лучей и прочие их особенности связывались 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. Немецкий физик Макс JI а у э предположил, что длина волны рентгеновских лучей слишком мала и единственная возможность их обнаружить — использовать кристаллы. Они представляют собой упорядоченные структуры, где расстояния между отдельными атомами по порядку величины равны размерам самих атомов, т. е. 10 8 см.

И вот узкий пучок рентгеновских лучей был направлен на кристалл, за которым располагалась 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. 9.5). 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. Рентгеновские лучи широко используют на практике.

В медицине они применяются для постановки правильного диагноза заболевания, а также для лечения раковых заболеваний.

Поглощение рентгеновских лучей пропорционально плотности вещества.

Поэтому с помощью рентгеновских лучей можно получать фотографии внутренних органов человека. На этих фотографиях хорошо различимы кости скелета (рис. 9.6) и места перерождений мягких тканей.

Весьма обширны области применения рентгеновских лучей в научных исследованиях. По дифракционной картине, даваемой рентгеновскими лучами при их прохождении сквозь кристаллы, удаётся установить порядок расположения атомов в пространстве — структуру кристаллов, с помощью

рентгеноструктурного анализа можно расшифровать также строение сложнейших органических соединений, в том числе белков. В частности, была определена структура молекулы гемоглобина, содержащей десятки тысяч атомов.

Из других областей применения рентгеновских лучей отметим ещё рентгеновскую дефектоскопию — метод обнаружения раковин в отливках, трещин в рельсах, проверки качества сварных швов и т. д. Рентгеновская дефектоскопия основана на изменении поглощения рентгеновских лучей в изделии при наличии в нём полостей или инородных включений.

Для получения рентгеновских лучей разработаны устройства, называемые рентгеновскими трубками. На рисунке 9.7 изображена упрощённая схема электронной рентгеновской трубки. Катод 1 представляет собой вольфрамовую спираль, испускающую электроны за счёт термоэлектронной эмиссии. Цилиндр 3 фокусирует поток электронов, которые затем соударяются с металлическим электродом (анодом) 2, при этом испытывая резкое торможение. Так появляются рентгеновские лучи. Напряжение между анодом и катодом достигает нескольких десятков киловольт. В трубке создаётся глубокий вакуум; давление газа в ней не превышает 1СГ5 мм рт. ст.

Гамма-лучи. По своим свойствам у-лучи очень сильно напоминают рентгеновские, но только их проникающая способность гораздо больше, чем у рентгеновских лучей. Это наводило на мысль, что у-лучи представляют собой электромагнитные волны. Все сомнения в этом отпали после того, как была обнаружена дифракция у-лучей на кристаллах и измерена их длина волны.

Гамма-лучи — это электромагнитное излучение с очень малой длиной волны.

На шкале электромагнитных волн у-лучи следуют непосредственно за рентгеновскими. Скорость распространения у-лучей такая же, как у всех электромагнитных волн, — около 300 ООО км/с.

Мы уже упоминали источники разного вида излучения, отметим, что 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 у-излучениям, сильно поглощаемым 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 у-лучи) поглощаются слабо. Непрозрачные для волн оптического диапазона вещества прозрачны для этих излучений.

Коэффициент отражения электромагнитных волн также зависит от длины волны.