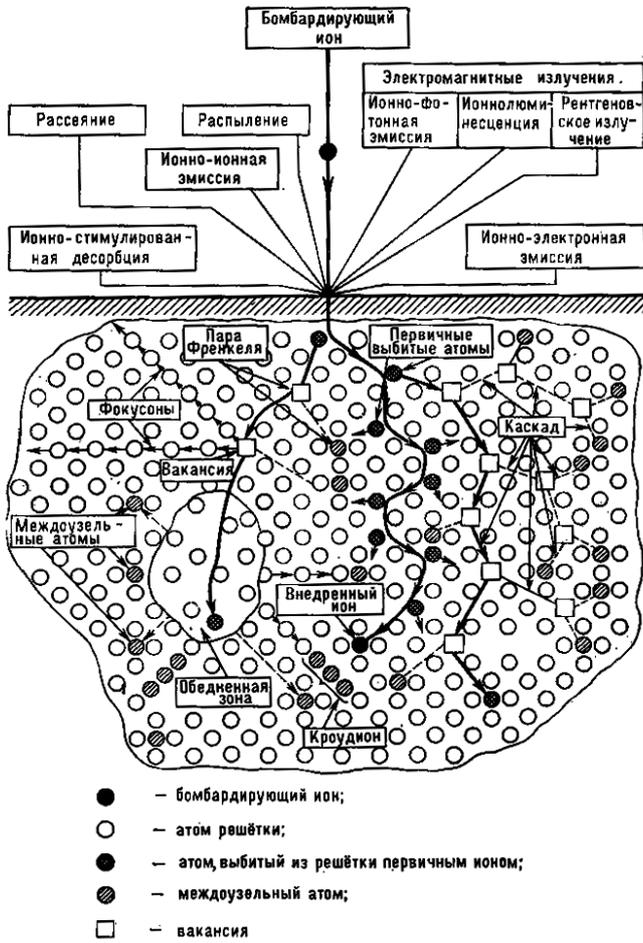


2.1 Взаимодействие ускоренных ионов с твердыми телами



Ионная бомбардировка поверхности твёрдых тел приводит к возникновению взаимосвязанных процессов, основные из которых — объёмное и поверхностное рассеяние бомбардирующих ионов (в том числе и с изменением их зарядового состояния), эмиссия из различных конденсированных сред заряженных и нейтральных частиц и их комплексов (ионно-ионная эмиссия, ионно-электронная эмиссия, распыление, ионно-стимулированная десорбция с поверхности твёрдого тела), испускание электро-магнитного излучения с широким спектром частот (ионнолюминесценция, ионно-фотонная эмиссия, рентгеновское излучение), различные радиационные процессы, в том числе образование дефектов как в объёме твёрдого тела, так и на его поверхности (Рис.6).

Рис.6. Схема основных процессов, обусловленных ионной бомбардировкой твёрдого тела. Показаны различные виды эмиссий заряженных и нейтральных частиц и различные виды радиационных дефектов.

Первый этап всех процессов — элементарный акт столкновения иона с атомом твёрдого тела, результатом которого является перераспределение энергии и импульса бомбардирующего иона между рассеянным ионом

и атомом мишени. Акт столкновения приводит к возникновению протяжённых последовательностей столкновений (например, фокусоны, динамические краудиноны) и каскадов атомных столкновений, а также процессов, сопровождающих перестройку электронных оболочек партнеров столкновения, что и обуславливает всю совокупность вторичных процессов, вызванных ионной бомбардировкой.

В отличие от атомных столкновений в газах столкновения в твёрдых телах характеризуются малостью межатомных расстояний, а также наличием упорядоченности в расположении атомов и коллективизированных электронов. Малость межатомных расстояний по сравнению с газами приводит к тому, что при расчёте последовательных столкновений необходимо учитывать различия в потенциалах взаимодействия сталкивающихся частиц, смещение рассеивающего атома за время столкновения, а также возможность одновременного (или почти одновременного) столкновения атома либо иона сразу с двумя и более атомами мишени. Упорядоченность в расположении атомов приводит к тому, что последовательности столкновений могут оказаться коррелированными, что обуславливает сильные ориентационные эффекты как в прохождении ионов через вещество, так и в различных эмиссионных и радиационных процессах. Наличие коллективизированных электронов приводит к диссипации энергии при прохождении ионов через вещество даже в тех случаях, когда движущийся ион не испытывает сильных (т. е. с отклонением на большой угол) столкновений с атомами твёрдого тела, в частности при каналировании заряженных частиц.

Ионная бомбардировка наблюдается в естественных условиях (например, ионная бомбардировка искусственных спутников Земли в околоземном и космическом пространствах), в лабораторных условиях (например, в электромагнитных разделителях изотопов). Она эффективно используется в микроэлектронике для легирования полупроводников, микролитографии, а также для целенаправленного изменения свойств твёрдых тел, в том числе для упрочнения их поверхностей и др.