

Т а б л. — Удельная ионизация, производимая однозарядными релятивистскими частицами в газах в области ионизационного минимума ($\gamma = 3-4$ при нормальных условиях).

Газ	Удельная ионизация, см ⁻¹		Газ	Удельная ионизация, см ⁻¹	
	Первичная	Полная		Первичная	Полная
He	3,5	8,2	O ₂	24,9	82,1
Ne	11,7	42,8	Воздух	25,4	68,3
Ar	26,6	103,7	CO ₂	36,1	107,3
Kr	35,4	212,0	CH ₄	26,6	63,6
Xe	48,1	336,6	C ₂ H ₄	43,5	126,3
H ₂	5,0	10,1	C ₃ H ₈	72,6	189,4
N ₂	22,3	64,9	I-C ₄ H ₁₀	89,7	249,9

Лит.: Ионизационные измерения в физике высоких энергий, М., 1988. Г. И. Мерзон.

ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ — поток частиц или эл.-магн. квантов, взаимодействие к-рого с веществом приводит к ионизации его атомов и молекул. И. и. являются потоки электронов, позитронов, протонов, дейтронов, α -частиц и др. заряж. частиц, а также потоки нейтронов, рентг. и γ -излучения. Понятие И. и. не включает в себя видимый свет и УФ-излучение. Распространяясь в среде, И. и. формирует поле, характеристиками к-рого являются *флюенс*, плотность потока частиц и квантов, *керма*, энергетич. спектр.

Лит. см. при ст. Доза.

ИОНИЗОВАННОГО ВОДОРОДА ЗОНЫ — то же, что зоны III.

ИОНИЗОВАННЫЙ ГАЗ — газ, в к-ром атомы (все или значит. часть) потеряли по одному или по несколько принадлежавших им электронов и превратились в положит. ионы. В особых условиях могут образоваться и *отрицательные ионы*. Подробнее см. Плазма.

ИОННАЯ БОМБАРДИРОВКА поверхности твердых тел — приводит к возникновению взаимосвязанных процессов, основные из к-рых — объёмное и поверхностное рассеяние бомбардирующих ионов (в т. ч. и с изменением их зарядового состояния), эмиссия из разл. конденсированных сред заряж. и нейтральных частиц и их комплексов (*ионно-ионная эмиссия*, *ионно-электронная эмиссия*, *распыление*, *ионно-стимулированная десорбция* с поверхности твердого тела), испускание эл.-магн. излучения с широким спектром частот (*ионно-люминесценция*, *ионно-фотонная эмиссия*, рентг. излучение), разл. радиац. процессы, в т. ч. образование дефектов как в объёме твердого тела, так и на его поверхности (рис.).

Первый этап всех процессов — элементарный акт столкновения иона с атомом твердого тела, результатом к-рого является перераспределение энергии и импульса бомбардирующего иона между рассеянным ионом и атомом мишени. Акт столкновения приводит к возникновению протяжённых последовательностей столкновений (напр., *фокуссоны*, *динамики*, *краудионы*) и каскадов атомных столкновений, а также процессов, сопровождающих перестройку электронных оболочек партнёров столкновения, что и обуславливает всю совокупность вторичных процессов, вызванных И. б.

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 последоват. столкновений необходимо учитывать различия в потенциалах взаимодействия сталкивающихся частиц, смещение рассеиваемого 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 последова-

тельности столкновений могут оказаться коррелированными, что обуславливает сильное ориентационное влияние как в прохождении ионов через вещество, так и в разл. эмиссионных и радиац. 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 *канализовании заряженных частиц*.

И. б. наблюдается в естеств. условиях (напр., ионная бомбардировка искусств. спутников Земли в околоземном и космич. пространствах), в лаб. условиях (напр., в эл.-магн. разделителях изотопов; см. *Изотопное разделение*). Она эффективно используется в микроэлектронике для легирования полупроводников

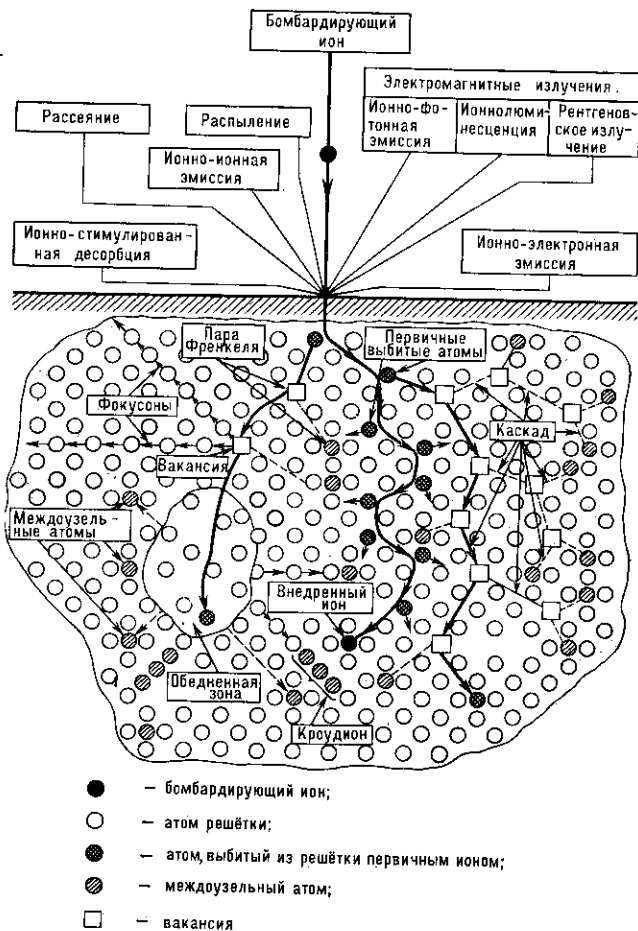


Схема основных процессов, обусловленных ионной бомбардировкой твердого тела. Показаны различные виды эмиссии заряженных и нейтральных частиц и различные виды радиационных дефектов.

(см. *Ионная имплантация*), *микролитографии*, а также для целенаправленного изменения свойств твердых тел, в т. ч. для упрочнения их поверхности и др.

Лит.: Лейман К., Взаимодействие излучения с твердым телом и образование элементарных дефектов, пер. с англ., М., 1979; Ion bombardment modification of surfaces. Fundamentals and applications, ed. by O. Auciello, R. Kelly, N. Y., 1984; Mashkova E. S., Molchanov V. A., Medium-Energy ion reflection from solids, Amst., 1985; Тилл У., Лаксон Дж., Интегральные схемы. Материалы, приборы, изготовление, пер. с англ., М., 1985.

Е. С. Машкова, В. А. Молчанов.

ИОННАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ (ионное внедрение, ионное легирование) — введение примесных атомов в твердое тело бомбардировкой его поверхности ускоренными