

Презентация на тему
«Несамостоятельный разряд»

Выполнила:

Студентка группы ТЭ-112

Облётова Ксения

Преподаватель:

Львова Ольга Васильевна

Понятие

Несамостоятельным газовым

разрядом называется такой разряд, который, возникнув при наличии электрического поля, может существовать только под действием внешнего ионизатора.

Рассмотрим физические процессы, имеющие место при несамостоятельном газовом разряде. Введем ряд обозначений: обозначим через N_0 число молекул газа в исследуемом объеме V . Концентрация молекул $n_0 = N_0/V$.

Часть молекул ионизирована. Обозначим число ионов одного знака через N ; их концентрация $n = N/V$.

Далее, обозначим через Δn_i – число пар ионов, возникающих под действием ионизатора за одну секунду в единице объема газа.

Наряду с процессом ионизации в газе происходит рекомбинация ионов. Вероятность встречи двух ионов разных знаков пропорциональна как числу положительных, так и числу отрицательных ионов, а эти числа, в свою очередь, равны n . Следовательно, число пар ионов, рекомбинирующих за секунду в единице объема, пропорционально n^2 :

$$\Delta n_r = r n^2,$$

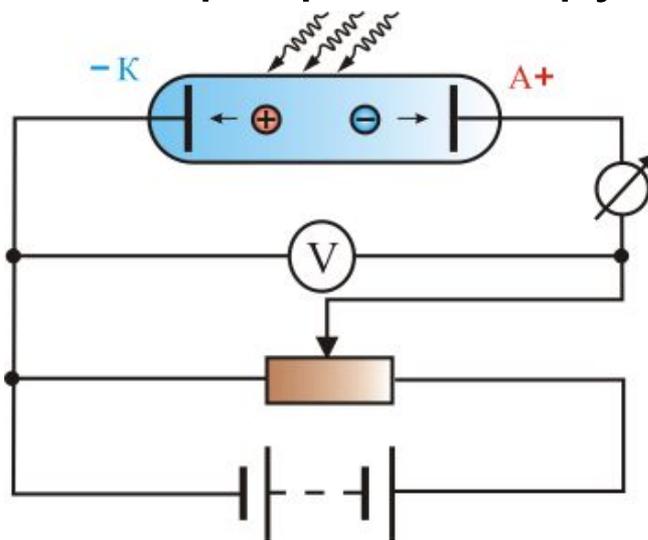
где r – коэффициент рекомбинации.

В состоянии равновесия число возникающих ионов в единице объема равно числу рекомбинирующих:

Отсюда для равновесной концентрации ионов (числа пар ионов в единице объема) получается следующее выражение:

$$n = \sqrt{\frac{\Delta n_i}{r}}$$

Схема эксперимента с газоразрядной трубкой:



Проанализируем далее действие электрического поля на процессы в ионизованных газах. Подадим постоянное напряжение на электроды. Положительные ионы будут направляться к отрицательному электроду, а отрицательные заряды – к положительному электроду. Таким образом, часть носителей из газоразрядного промежутка будет уходить к электродам (в цепи возникнет электрический ток). Пусть из единицы объема уходит ежесекундно Δn_j пар ионов. Теперь условие равновесия можно представить в виде

$$\Delta n_i = \Delta n_\gamma + \Delta n_j.$$

1. Рассмотрим случай **слабого поля**: $\ll \Delta n_y$.

В цепи будет протекать **слабый ток**.

Плотность тока по величине пропорциональна концентрации носителей n , заряду q , переносимому каждым носителем и скорости направленного движения положительных и отрицательных ионов

:

Скорость направленного движения ионов выражается через **подвижность** и **напряженность** электрического поля:

$$\vec{v}^+ = \mu_+ \vec{E}, \quad \vec{v}^- = \mu_- \vec{E}$$

Подвижность – физическая величина, численно равная скорости направленного движения ионов в газе под действием поля с напряженностью 1 В/м.

$$\vec{j} = nq(\mu_+ + \mu_-)\vec{E}.$$

В слабом поле ($\Delta n_j \ll \Delta n_r$) равновесная концентрация равна:

$$n = \sqrt{\frac{\Delta n_i}{r}}$$

$$\vec{j} = q \sqrt{\frac{\Delta n_i}{r}} (\mu_+ + \mu_-) \vec{E}.$$

Подставим это выражение в предыдущее:

В последнем выражении множитель при \vec{E} не зависит от напряженности. Обозначив его через σ , мы получим **закон**

Ома в дифференциальной форме:

где $\sigma = q \sqrt{\frac{\Delta n_i}{r}} (\mu_+ + \mu_-)$ – удельная электропроводность.

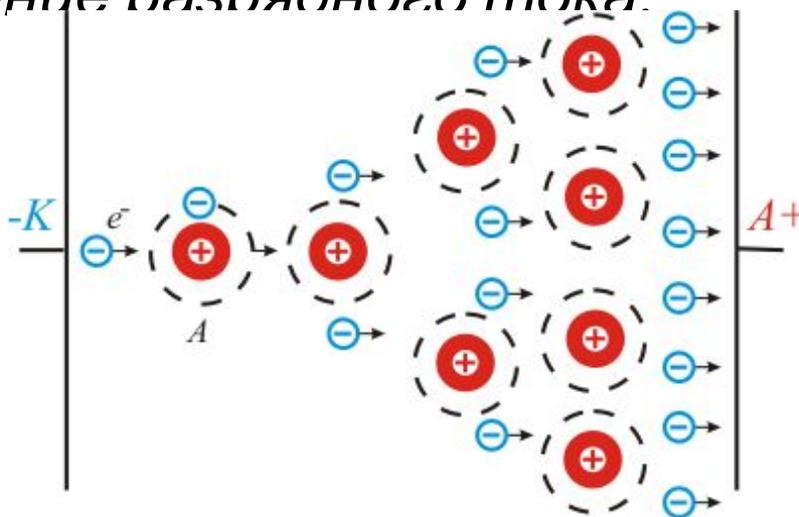
Вывод: в случае слабых электрических полей ток при несамостоятельном разряде подчиняется закону Ома.

2. Рассмотрим **сильное поле**. В этом случае $\Delta n_i \ll \Delta n_j$ и $\Delta n_i = \Delta n_j$, т. е. все генерируемые ионы уходят из газоразрядного промежутка под действием электрического поля. Это объясняется тем, что за время, требующееся иону, чтобы пролететь в сильном поле от одного электрода к другому, ионы не успевают сколько-нибудь заметно рекомбинировать. Поэтому все ионы, производимые ионизатором, участвуют в создании тока и уходят на электроды. А так как число, генерируемых ионизатором ионов в единицу времени Δn_i , не зависит от напряженности поля, то плотность тока будет определяться только величиной Δn_i и не будет зависеть от E . Другими словами, с дальнейшим увеличением приложенного напряжения ток перестает расти и *остаётся постоянным*.

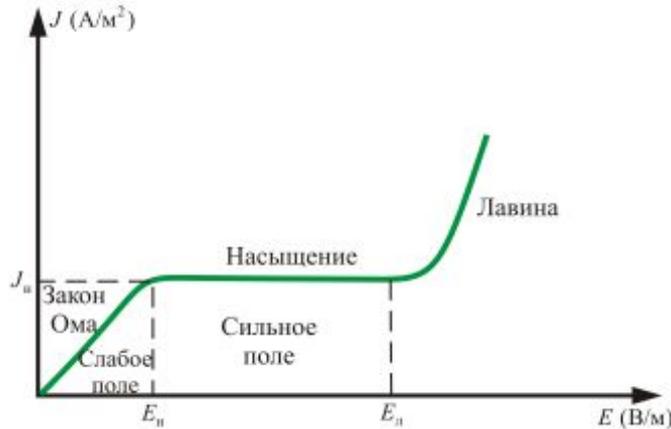
Максимальное значение тока, при котором все образующиеся ионы уходят к электродам, носит название тока насыщения.

Дальнейшее увеличение напряженности поля ведет к образованию *лавины* электронов, когда возникшие под действием ионизатора электроны приобретают на длине свободного пробега (от столкновения до столкновения) энергию, достаточную для ионизации молекул газа (ударная ионизация). Возникшие при этом вторичные электроны, разогнавшись, в свою очередь, производят ионизацию и т. д. – происходит *лавинообразное размножение первичных ионов и электронов*, созданных внешним ионизатором и *усиление разрядного тока*.

Процесс образования лавины:



Полученные результаты можно изобразить графически в виде вольтамперной характеристики несамостоятельного газового разряда:



Вывод: для несамостоятельного разряда при малых плотностях тока, т.е. когда основную роль в исчезновении зарядов из газоразрядного промежутка играет процесс рекомбинации, имеет место закон Ома ($J = \sigma E$); при больших полях ($E > E_n$) закон Ома не выполняется — наступает явление насыщения $J_{н}$ а при полях превышающих $E_{п}$ — возникает лавина зарядов, обуславливающая значительное увеличение плотности тока.