

расчете коэффициент A_3 определяется в основном элементом ρ_{02} (см. рис. 2, а). Поэтому мы не приводим графика для A_3 . Области по t' , где коэффициенты A_i имеют максимумы, являются наиболее предпочтительными для изучения динамики процессов возбуждения ядра ^{12}C в состоянии 2^+ , 4,44 МэВ.

Таким образом, в работе получено теоретическое предсказание зависимости элементов спиновой матрицы плотности ядра ^{12}C в состоянии 2^+ , возбуждаемого в процессах (π, π') и $(\pi, 3\pi)$. Предсказанные значения могут быть использованы для экспериментальной проверки представлений о механизме возбуждения ядра, заложенных в теорию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Askoli G. et al. Phys. Rev. Lett., 1973, 31, N 12, p. 795. [2] Balashov V. V. et al. Phys. Lett., 1974, B49, N 2, p. 120. [3] Коротких В. Л., Старков Н. И. Ядерная физика, 1983, 37, № 4, с. 1030. [4] Frabetti et al. Preprint IFUM 231/AE, 1979; Milan.

Поступила в редакцию
27.12.82

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ, 1983, Т. 24, № 4

УДК 537.523

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ В ПЛАЗМЕ НЕСАМОСТОЯТЕЛЬНОГО ТАУНСЕНДОВСКОГО И СВЧ РАЗРЯДОВ

А. С. Зарин, В. Н. Куликов, В. Е. Мицук

(кафедра электроники)

В разрядах в электроотрицательных газах при достаточно высоком давлении становятся существенными процессы, приводящие к разрушению отрицательных ионов. Оценку влияния таких процессов на ионную кинетику в газовом разряде возможно провести, если известен параметр $\eta = n_-/n_e$ (n_e, n_- — концентрации электронов и отрицательных ионов). Масс-спектрометрическая методика дает, как правило, относительное распределение концентраций различных видов отрицательных ионов, и применение ее представляет собой сложную экспериментальную задачу при давлениях, превышающих несколько миллиметров ртутного столба.

В настоящей работе решается задача прямого измерения отношения концентраций отрицательных ионов и электронов для таунсендовского и СВЧ разрядов. Суть метода, предложенного в работе [1], состоит в разделении электронной и ионной составляющих общего тока, возникающего в разряде при наложении слабого электрического поля. Электронные компоненты общего тока выделялись путем использования высокочастотного фильтра по методике, предложенной Лебом и Краватом [2, 3]. Фильтр представлял собой дополнительный сеточный электрод (помещенный у анода), к чередующимся проволочкам которого прикладывалась высокочастотное электрическое поле. Это поле подбиралось таким образом, чтобы улавливать электроны сеточным электродом и практически не влиять на отрицательные ионы, обладающие в 1000 раз меньшей подвижностью, чем электроны. Следовательно, измеряя анодные токи при выключенном и включенном фильтре, можно определить параметр η .

Для проведения эксперимента использовалась установка, аналогичная описанной в [1], схема которой приведена на рис. 1. Для несамостоятельного таунсендовского разряда промежутков между электродами облучался потоком α -частиц от источника, расположенного на расстоянии 3,5 см от оси разрядной трубки. При исследовании СВЧ-разряда трубка помещалась у обреза волноводной линии. Электроды площадью 7 см², установленные на расстоянии 3,5 см друг от друга, представляли собой латунные диски, края которых были специальным образом скруглены, что обеспечивало создание однородного поля. Сеточный электрод выполнен из молибденовых проволочек диаметром

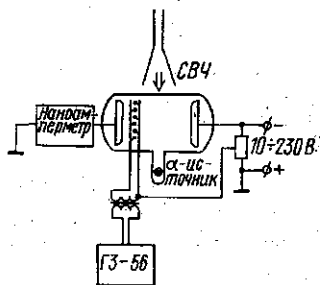


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

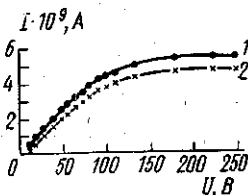


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика несамостоятельно го таунсендовского разряда: при выключенном (1) и включенном (2) поле электронного фильтра

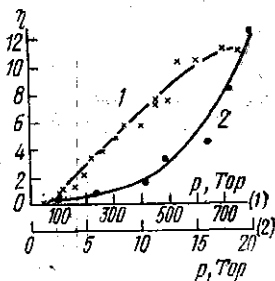


Рис. 3. Зависимость отношения $\eta = n_-/n_e$ от давления для несамостоятельного таунсендовского разряда в диапазоне 0—700 Тор (1) и СВЧ-разряда в диапазоне 0—20 Тор (2)

0,1 мм, расположенных на расстоянии 1 мм друг от друга. На высокочастотный фильтр подавалось как напряжение с частотой 200 кГц от генератора ГЗ-56 через развязывающий трансформатор, так и потенциал, близкий к плазменному для несамостоятельного таунсендовского разряда. При СВЧ-разряде потенциал определялся из условия минимума тока сеточного электрода при выключенном ВЧ-поле. Работоспособность обеспечивалась подбором параметров электронного фильтра и проверялась по практически полному улавливанию частиц в чистом аргоне. Измерения тока проводились наноамперметрами В7-18 или В7-21.

Вольт-амперная характеристика таунсендовского разряда приведена на рис. 2. Кривые 1 и 2 соответствуют выключенному и включенному полю электронного фильтра. Измерение плотности тока положительных ионов при выключенном электронном фильтре ($j_+ = n_+ e v_{др}$) и плотности тока отрицательных ионов при полном захвате электронов фильтром ($j_- = e n_- v_{др}$) дает возможность определить усредненные значения n_+ и n_- , а также величину $\eta = n_-/n_e$. Считая скорости дрейфа $v_{др}$ положительных и отрицательных ионов равными, получаем

$$\eta = \frac{n_-}{n_e} = \frac{n_-}{n_+ - n_-} = \frac{I_-}{I_+ - I_-}$$

Из рис. 2 следует, что значение η не зависит от величины приложенного постоянного поля. Это свидетельствует о слабом влиянии постоянного электрического поля в проводимых экспериментах на элементарные процессы, происходящие в разряде, а также дает возмож-

ность производить измерения при любом постоянном поле от 10 до 230 В. Более высокое напряжение на электродах в этом интервале увеличивает полезный сигнал тока, уменьшая ошибку измерения. К электронному фильтру прикладывалось напряжение 50 В, обеспечивающее полное улавливание электронной компоненты тока. Следуя работе [1], по значению тока насыщения (см. рис. 2) определялся поток на ионизацию $\dot{q} = dn_e/dt$, составивший $10^9 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$.

На рис. 3 (кривая 1) приведена зависимость отношения $\eta = n_-/n_e$ от давления в воздухе для несамостоятельного таунсендовского разряда, определенная по описанной методике. В пределах до 500 Тор зависимость линейна, при давлениях, больших 100 Тор, как видно из графика, концентрация отрицательных ионов превышает концентрацию электронов, $\eta > 1$. В области давлений, близких к атмосферному, наклон прямой уменьшается, что, по-видимому, связано с уменьшением пробега ионизации α -частиц при высоких давлениях. Для чистого аргона после многократных откачек и напусков разрядной трубки величина η составила 0,02, что связано с уровнем неконтролируемых электроотрицательных примесей в газе.

Аналогичные измерения концентрации отрицательных ионов были проведены для СВЧ-разряда (см. рис. 3, кривая 2). Разряд возбуждался в колбе, помещенной у обреза волноводной линии, магнетронным генератором с длиной волны 3 см, длительностью импульса 3 мкс и частотой повторения 10—1000 Гц. Импульсная мощность генератора составляла 100 кВт. Измерялся ток, усредненный для 100—1000 импульсов, при этом распадная стадия плазмы не исключалась. Величина η не зависит от частоты повторения импульсов и растет с увеличением давления. При давлениях более 6 Тор $\eta > 1$ и, следовательно, влияние отрицательных ионов становится существенным. При исследовании СВЧ-разряда в чистом аргоне при давлении 20 Тор величина η составила 0,05, что, по-видимому, связано с уровнем примесей и ошибкой измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Канатенко М. А. ЖТФ, 1981, 51, № 6, с. 1179. [2] Леб Л. Основные процессы электрических разрядов в газах. М.—Л.: ГИТТЛ, 1950. [3] Cravath A. M. Phys. Rev., 1929, 33, p. 605.

Поступила в редакцию
31.01.83

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1983, Т. 24, № 4

УДК 538.3

ИЗЛУЧЕНИЕ НЕПОДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В НЕРАВНОМЕРНО ДВИЖУЩИХСЯ СРЕДАХ

В. А. Давыдов

(кафедра квантовой теории и физики высоких энергий)

В работе [1] впервые рассмотрено излучение неподвижного точечного заряда при мгновенном переходе изотропной среды в одноосный кристалл. Энергия на излучение при этом черпается от «внешней силы», которая создает нестационарность в среде. Действительно, в случае, когда электромагнитные параметры среды меняются во времени, система «заряды — излучение — среда» не является замкнутой: для