

МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

539.18

ДЕМОНСТРАЦИЯ ЭФФЕКТА РАМЗАУЭРА

Среди опытов, объяснение которых потребовало учета волновой природы микрочастиц, выдающееся место занимает опыт Рамзауэра (1921 г.), в котором была наблюдена исключительная прозрачность тяжелых инертных газов (Ar , Kr , Xe) по отношению к пучку электронов с энергией меньше 1 эв.

В то время как согласно классическим представлениям эффективное сечение рассеяния для пучка электронов должно монотонно убывать с ростом их скорости, эксперимент показывает:

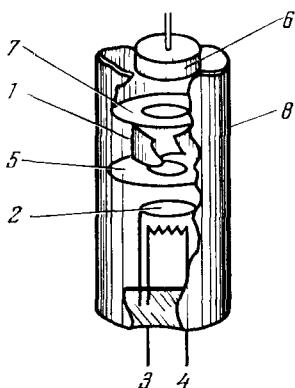


Рис. 1.

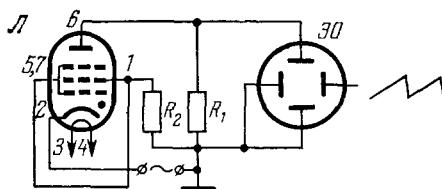


Рис. 2.

четкий минимум рассеяния в ксеноне, например, при энергии 0,7 эв. Несмотря на скучность демонстраций по атомной физике, этот опыт, насколько нам известно, не показывают; между тем, если использовать тиратрон ТГ-3-0,1/1,3 или ТГ-4-01/1,3, наполненный криптон-ксеноновой смесью, явление можно легко продемонстрировать на лекциях.

Осуществление демонстрации способствует своеобразная форма электродов тиратрона, отличная от обычной в вакуумных радиолампах (рис. 1). Здесь 1 — управляющая сетка тиратрона, 8 — цилиндр, 5 и 7 — первая и третья экранирующие сетки, 2 — катод, 6 — анод, 3 и 4 — нить накала.

Подавая на управляющую сетку синусоидальное переменное напряжение частотой около 2 кги от звуко-вого генератора ГЗ-1 (существенно, чтобы амплитуда переменного напряжения была не меньше 10—15 в; не следует чрезмерно увеличивать напряжение на сетке, во избежание ударного возбуждения газовых молекул) или аналогичного ему либо пилообразное напряжение от генератора развертки осциллографа, например Orion EMG-1541, получим различное распределение электронного потока на анод и цилиндр с сетками. Причем чем большее рассеяние претерпевают электроны при взаимодействии с молекулами криптон-ксенонового наполнения, тем меньше ток на анод и наоборот.

Поскольку при ускоряющем напряжении около 0,7 в эффективное сечение рассеяния наименьшее, ток на анод в этом случае наибольший, а при дальнейшем росте скорости и энергии в некоторых пределах ток уменьшается.

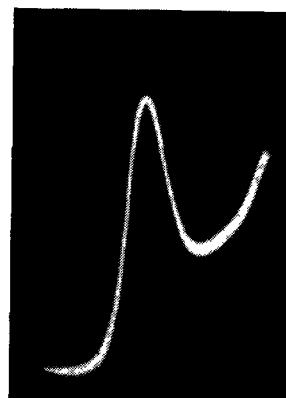


Рис. 3.

Используемая для демонстрации установка очень проста, ее схема приведена на рис. 2. Здесь L — тиатрон ТГ-1-0,1/1,3, $R_1 = 10 \text{ к}\Omega$, $R_2 = 100 \text{ ом}$, ЭО — осциллограф ЭО-7. Отметим, что напряжение накала подают от 3—4 щелочных аккумуляторов.

Аналогичная схема предложена в заметке¹ для использования в работе студенческого практикума при снятии кривой зависимости анодного тока от напряжения по точкам при постепенном увеличении потенциометром ускоряющего напряжения и измерения гальванометром тока в анодной цепи. Отмечена и принципиальная возможность демонстрации, но этим автор ограничивается. Используемый в¹ тиатрон 2D21, аналогичный отечественному ТГ-3-0,1/1,3, дает значительно менее выразительную осциллограмму, чем ТГ-1-0,1/1,3, который и применен в демонстрации. Для проверки того, что наблюдаемый максимум анодного тока (и минимум эффективного сечения взаимодействия) действительно обусловлен столкновениями с молекулами тяжелых инертных газов, тиатрон охлаждают жидким воздухом. Вымораживание уменьшает давление газов от $0,05$ до 10^{-3} атм . При этом анодный ток растет практически по линейному закону с увеличением ускоряющего напряжения. Полученная на экране осциллографа ЭО-7 картина приведена на рис. 3.

Идею, объясняющую эффект, предложил Н. Бор. Строго количественно задачу рассмотрели Факсен и Хольцмарк, базировавшиеся на работе Рэлея по рассеянию звуковых волн. Здесь же волна де Бройля дифрагирует на молекулах газов. Теория явления изложена в книгах² и³.

Б. Ш. Перкальскис

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. S. G. K u k o l i c h, Amer. J. Phys. 36 (8), 701 (1968).
2. Г. М е с с и, Е. Б а р х о п, Электронные и ионные столкновения, М., ИЛ, 1958.
3. Н. М о т т, Г. М е с с и, Теория атомных столкновений, М., «Мир», 1969.