

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение зависимости тока мишени I от напряжения U между катодом и сеткой.
- Определение разнесения ΔU максимумов или минимумов тока.
- Сравнение интервалов напряжения с энергиями возбуждения атомов ртути.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Регистрация и оценка кривой Франка-Герца для ртути

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Опыт Франка-Герца с ртутью предполагает наблюдение того, как энергия передается от электронов в результате неупругого столкновения при пролете через пары ртути. Передача энергии происходит дискретно с дискретами, соответствующими возбуждению таким столкновением определенных переходов между энергетическими уровнями в атомах ртути. Таким образом, данный опыт подтверждает модель атома Бора и дискретные энергетические уровни, описываемые этой моделью.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Трубка Франка-Герца, заполненная ртутью, и нагревательная камера (230 В, 50/60 Гц)	U8482550-230 или U8482550-115
1	Блок питания для опыта Франка-Герца (230 В, 50/60 Гц)	U8482530-230 или U8482530-115
1	Аналоговый осциллограф с частотой 2x30 МГц	U11175
1	Универсальный цифровой измерительный прибор P3340	U118091
1	Высокочастотный соединительный шнур	U11255
2	Высокочастотный соединительный шнур, байонетный разъем/4-мм штекер	U11257
1	Набор из 15 безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см	U138021

2

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Джеймс Франк и Густав Герц заявили, что электроны, проходящие через пары ртути, передают энергию дискретно, и что это сопровождается наблюдением эмиссии ультрафиолетовой спектральной линии ртути ($\lambda = 254$ нм). Несколько месяцев позже Нильс Бор понял, что это было подтверждением разработанной им модели атома. Таким образом, опыт Франка-Герца с ртутью стал классическим опытом для подтверждения квантовой теории

Стеклянная трубка, из которой откачан воздух, имеет катод накала С, сетку G и электрод-мишень A, размещенные именно в такой последовательности (см. рис. 1). Электроны вылетают из катода и ускоряются напряжением U в направлении сетки. Проходя через сетку, они достигают мишени и, таким образом, вносят вклад в ток мишени I , если их кинетическая энергия достаточна, для того чтобы преодолеть замедляющее напряжение U_{GA} между сеткой и мишенью. Кроме того, имеется стеклянная трубка с небольшим количеством ртути, которая нагревается, чтобы получить давление паров приблизительно 15 гПа.

По мере возрастания напряжения U ток мишени I сначала увеличивается, так как все больше и больше атомов вытягивается электрическим полем из области объемного заряда вокруг катода. При определенном значении $U = U_1$ некоторые атомы приобретают достаточную кинетическую энергию непосредственно перед сеткой, так что могут обеспечить достаточную энергию для возбуждения атомов ртути при неупругом столкновении. Затем ток мишени падает почти до нуля, так как после такого столкновения электроны больше не обладают достаточной энергией, чтобы преодолеть замедляющее напряжение.

По мере дальнейшего возрастания напряжения электроны приобретают достаточную энергию для возбуждения атомов ртути, находящихся дальше от сетки. После таких столкновений они вновь ускоряются и снова способны приобрести достаточную энергию, чтобы достичь мишени, поэтому ток мишени вновь возрастает. При еще большем напряжении $U = U_2$ электроны могут приобретать такую большую энергию после первого столкновения, что они способны возбудить другой атом ртути. Ток мишени вновь резко падает, но вновь увеличивается по мере дальнейшего возрастания напряжения. Это же происходит и в третий раз при еще более высоком напряжении, и опять ток мишени резко падает.

ПРИМЕЧАНИЕ

Первый минимум достигается не при 4,9 В, а сдвинут на величину, соответствующую так называемому контактному напряжению между катодом и сеткой.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Все напряжения U_1, U_2, U_3, \dots , при которых ток регистрируемой характеристики $I(U)$ резко падает, появляются с постоянным интервалом $\Delta U = 4,9$ В. Этот интервал соответствует энергии возбуждения $E_{Hg} = 4,9$ эВ ($\lambda = 254$ нм), при которой атомы ртути поднимаются из основного состояния 1S_0 на первое состояние 3P_1 . Справедливо следующее равенство:

$$(1) \quad E_{Hg} = e \cdot \Delta U$$

e : элементарный заряд электрона

Таким образом, результаты можно свести к дискретному поглощению энергии атомами ртути вследствие неупругого столкновения и связанной с ним передачей фиксированного количества энергии от электронов.

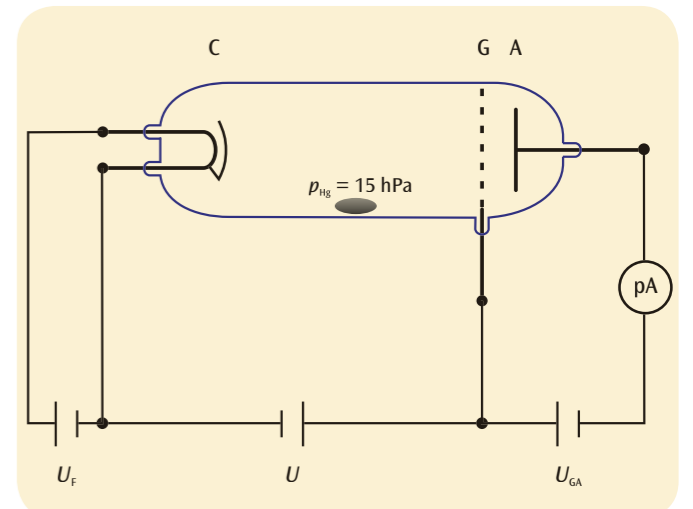


Рис. 1: Схема установки для измерения кривой Франка-Герца для ртути

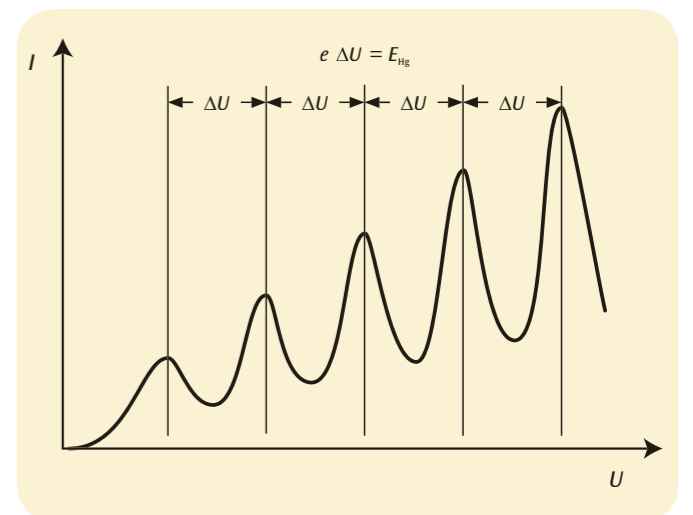


Рис. 2: Зависимость тока мишени I от ускоряющего напряжения U