

Отчет о выполнении лабораторной работы 2.1

"Опыт Франка-Герца"

Калашников Михаил, Б03-202

Цель работы: Измерение энергии первого уровня атома гелия методом электронного возбуждения в динамическом и статическом режимах.

1. Теоретические сведения

Опыт Франка и Герца является одним из самых простых опытов, подтверждающих существование дискретных уровней энергии атомов.

Разреженный гелий заполняет трехэлектродную лампу. Электроны ускоряются в постоянном электрическом поле, созданном между катодом и анодом лампы. Передвигаясь от катода к аноду, электроны сталкиваются с атомами гелия. При энергии, недостаточной для ионизации атома гелия, происходят упругие соударения, при которых электроны практически не теряют энергии.

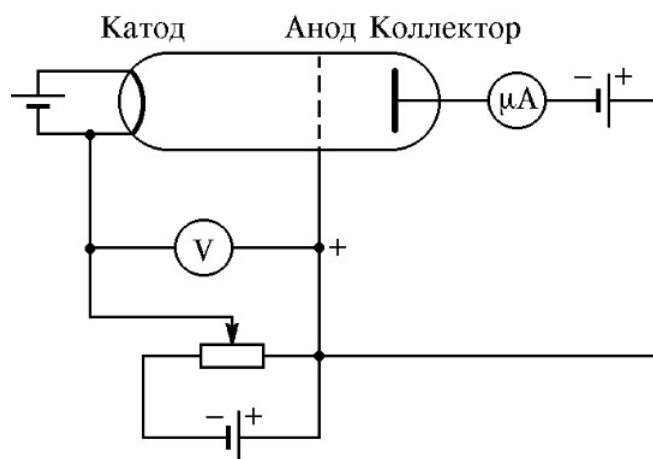


Рис. 1: Принципиальная схема опыта Франка и Герца

По мере увеличения разности потенциалов между анодом и катодом энергия электронов становится достаточной для возбуждения атомов. При таких неупругих столкновениях кинетическая энергия налетающего электрона передается одному из атомных электронов, вызывая его переход на свободный энергетический уровень или совсем отрывая его от атома.

При увеличении потенциала анода ток коллектора вначале растет. Однако, когда энергия электронов становится достаточной для возбуждения атомов, ток коллектора резко уменьшается из-за того, что претерпевшие неупругое соударение электроны не могут преодолеть задерживающее напряжение.

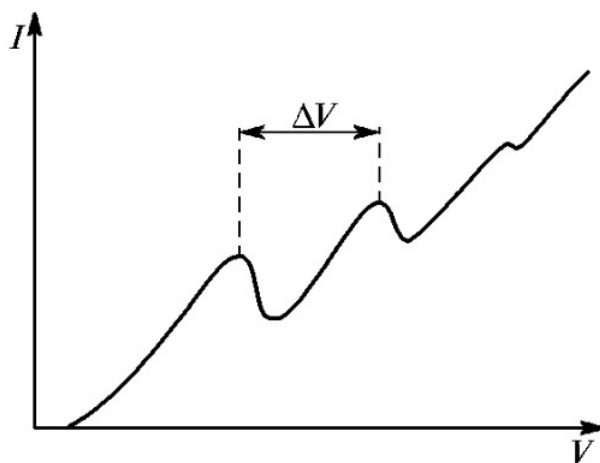


Рис. 2: Зависимость тока коллектора от напряжения на аноде

2. Экспериментальная установка

Для опыта используется серийная лампа ионизационного манометра ЛМ-2, заполненная гелием до давления 1 Торр. Источником электронов является вольфрамовый катод, нагреваемый переменным током. Ток накала регулируется амперметром А. Ускоряющее напряжение подается на анод от выпрямителя В. Источник задерживающего напряжения – батарея 4.5 В.

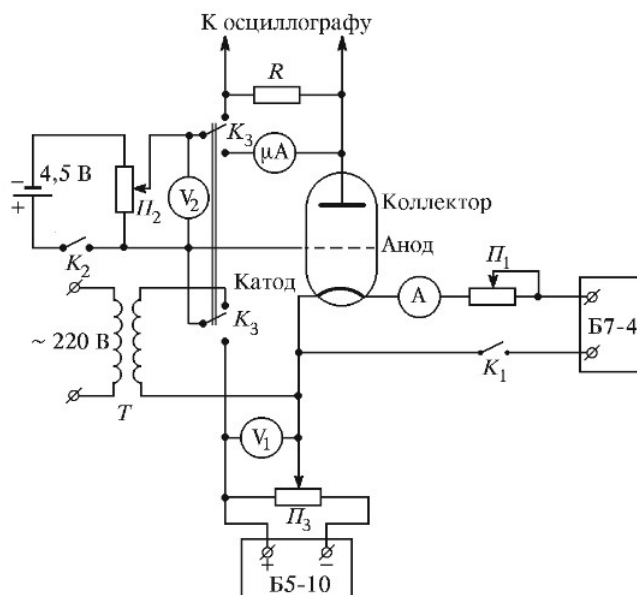


Рис. 3: Схема экспериментальной установки

Схему можно переключать из статического режима измерений в динамический с помощью ключа K_3 . При динамическом режиме ускоряющий потенциал подается с понижающего трансформатора Т.

3. Проведение эксперимента

1. Подготовим приборы к работе. Включим и настроим электронный осциллограф.
2. Настроим установку на динамический режим работы. Пронаблюдаем полную картину АЧХ при трех различных значениях задерживающего напряжения.
3. Переведем установку в статический режим.
4. Для каждого значения задерживающего напряжения снимем зависимость коллекторного тока от анодного напряжения. Особенно тщательно проведем измерения в тех областях где наблюдаются максимумы и минимумы тока.

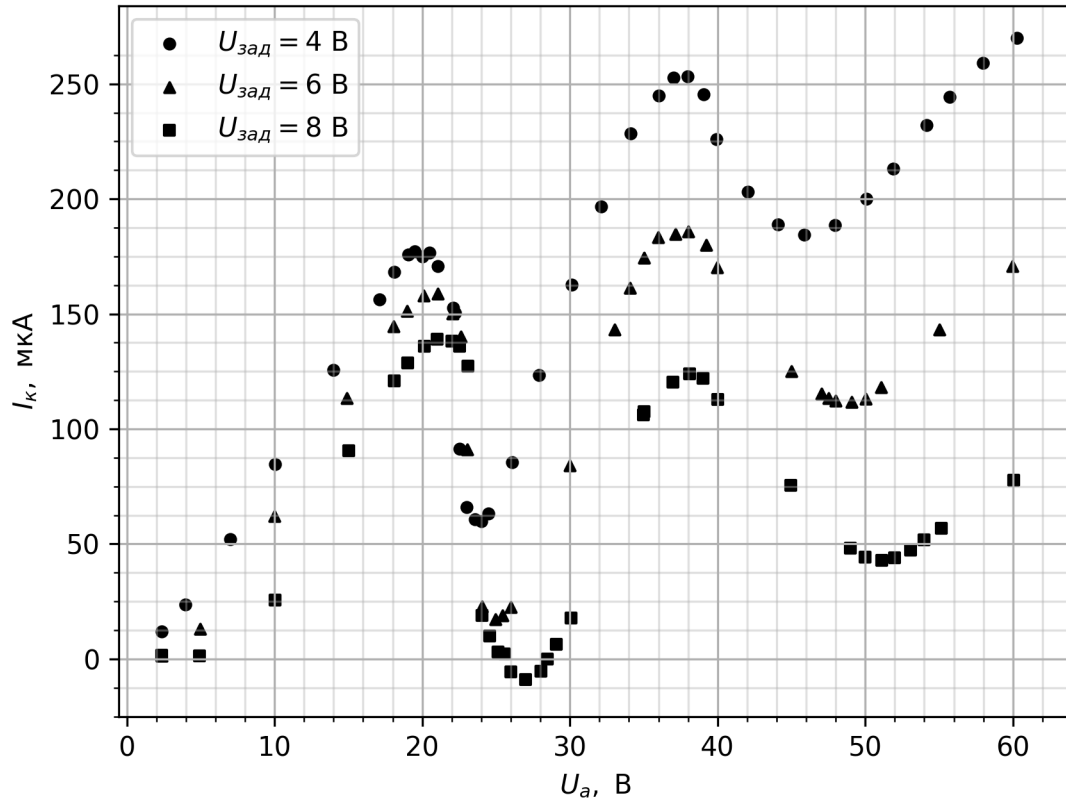


Рис. 4: Зависимость коллекторного тока от анодного напряжения для различных значений задерживающего напряжения

4. Обработка результатов

Построим графики зависимости $I_k = f(U_a)$ при различных значениях запирающего напряжения. По графикам определим энергию возбуждения первого уровня атома гелия. Для этого аппроксимируем экстремумы зависимости параболой с уравнением

$$I_k = k(U_a - U_0)^2 + I_0.$$

Тогда координата пика вдоль оси U_a будет определяться единственным параметром U_0 . Из аппроксимации получим следующие значения $\Delta U = U_2 - U_1$:

$$\Delta U_1 = (17.5 \pm 0.2) \text{ В}$$

$$\Delta U_2 = (17.06 \pm 0.16) \text{ В}$$

$$\Delta U_3 = (16.75 \pm 0.19) \text{ В}$$

Так как положение пиков не зависит от запирающего напряжения, найдем итоговую величину анодного напряжения усреднив полученные значения.

$$\Delta U = \frac{\Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_3}{3} = (17.12 \pm 0.19) \text{ В}$$

Тогда энергия возбуждения первого уровня атома гелия составляет

$$E = e\Delta U = (17.12 \pm 0.19) \text{ эВ}$$

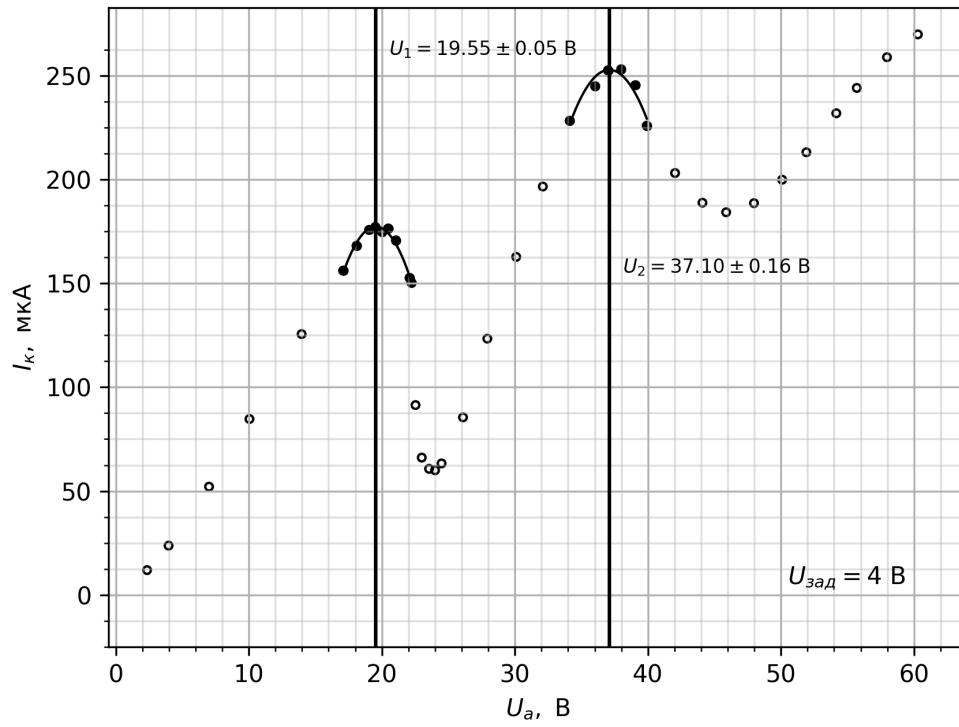


Рис. 5: Определение положения экстремумов. $U_{зад} = 4$ В

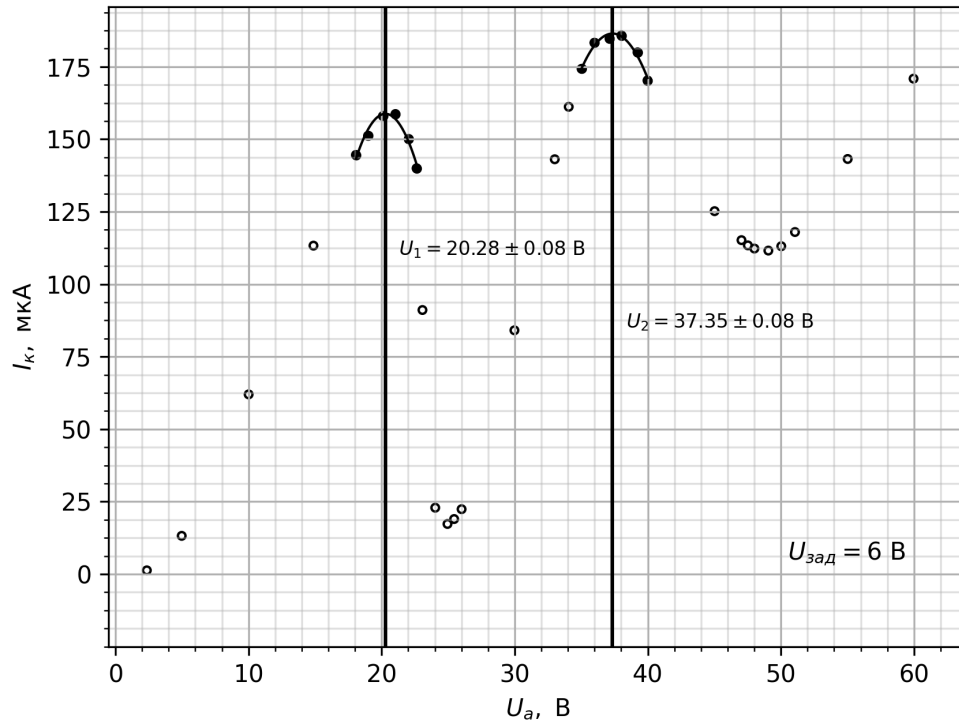


Рис. 6: Определение положения экстремумов. $U_{зад} = 6$ В

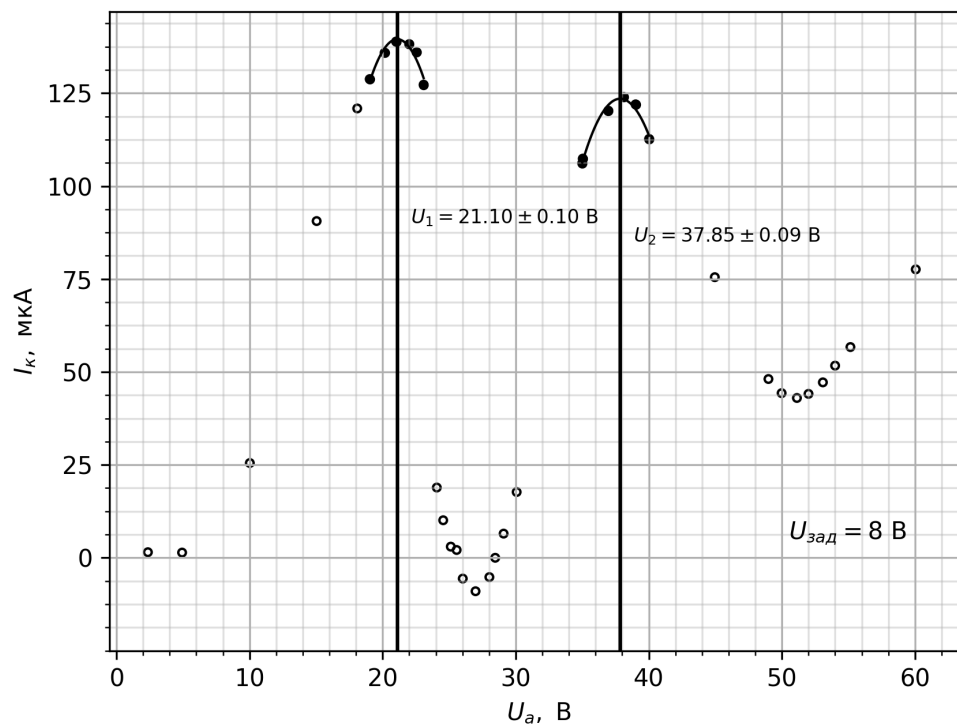


Рис. 7: Определение положения экстремумов. $U_{зад} = 8$ В

5. Выводы

Табличное значение энергии возбуждения атома гелия составляет $E = 24.6$ эВ.