

Работа 5.2.1

Опыт Франка-Герца

Работу выполнил Матренин Василий Б01-008

Цель работы: Провести опыт Франка-Герца; Оценить энергию возбуждения первого уровня атома гелия статическим и динамическим методом.

1 Теория

1.1 Принципиальная схема опыта Франка-Герца

Принципиальная схема представлена на рисунке 1.

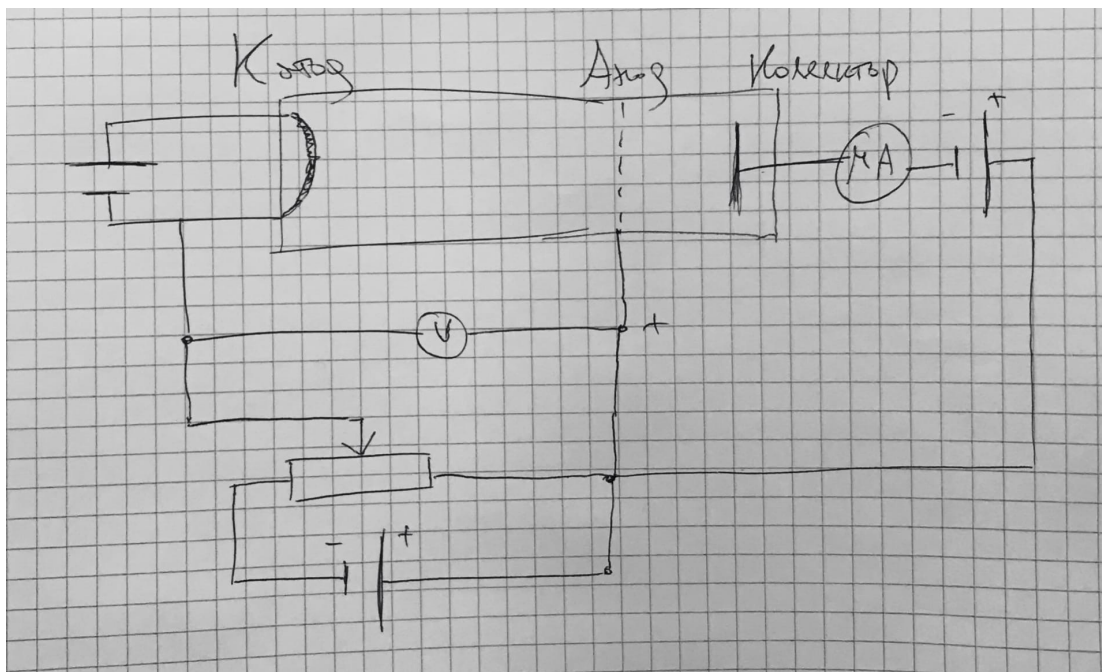


Рис 1. Принципиальная схема опыта Франка-Герца

1.2 Теоретические выкладки

Одним из простых опытов, подтверждающих существование дискретных уровней энергии атомов, является эксперимент, известный под названием опыта Франка-Герца.

Разреженный одноатомный газ (в нашем случае – гелий) заполняет трёхэлектродную лампу. Электроны, испускаемые разогретым катодом, ускоряются в постоянном электрическом поле, созданном между катодом и сетчатым анодом лампы. Передвигаясь от катода к аноду, электроны сталкиваются с атомами гелия.

При столкновении электрона с атомом газа возможны следующие варианты:

1. У электрона достаточно энергии \rightarrow происходит возбуждение атомного электрона.
2. У электрона не достаточно энергии \rightarrow электрон не меняет свою энергию.

Таким образом, на ВАХ трехэлектродной лампы (см рис. 1) будет наблюдаться ряд последовательных максимумов и минимумов. При этом, максимумы и минимумы будут отстоять друг от друга на равные расстояния ΔV . А ΔV будет соответствовать энергии первого возбужденного состояния.

2 Ход работы

2.1 Схема установки

Схема установки представлена на рисунке 2.

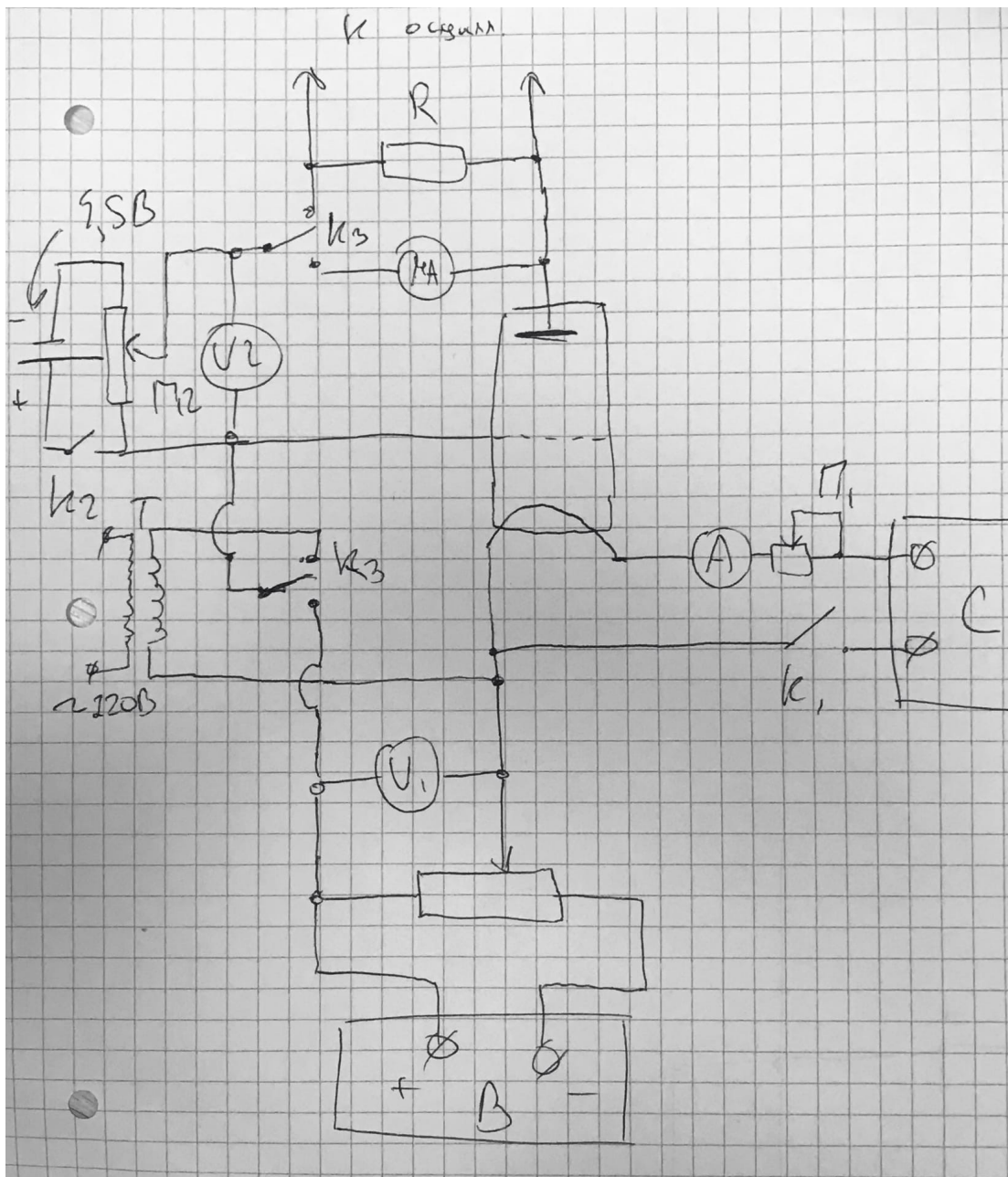


Рис 2. Схема установки

2.2 Динамический метод

Сняли осциллограммы при максимальном ускоряющем напряжении для трех различных значений задерживающего напряжения: 4, 6 и 8 В. Измерили на экране расстояние между максимумами и между минимумами осциллограммы. Результаты измерений занес в таблицу 1. Фотографии полученных осциллограмм приведены на рисунках 3-5.



Рис 3. ВАХ для 4 В

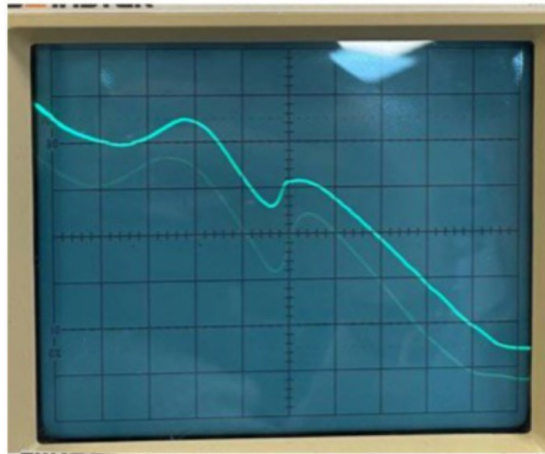


Рис 4. ВАХ для 6 В

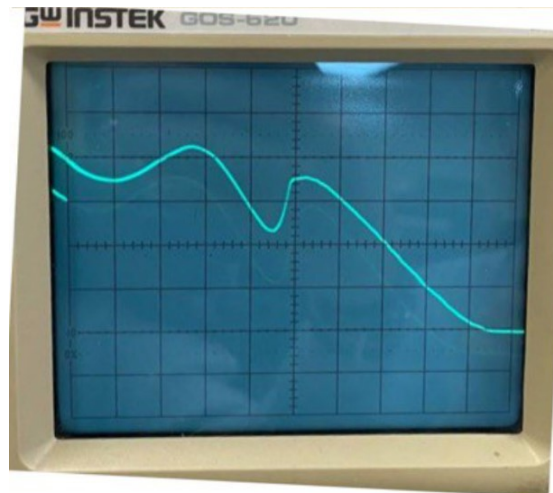


Рис 5. ВАХ для 8 В

Таблица 1: Данные динамического метода

V_2 , В	V_{max1} , В	V_{max2} , В	V_{min1} , В	V_{min2} , В
4	-2	13	2	17
6	-2	13	2	20
8	-2	13	2	22

Погрешность измерения осциллографа $\Delta V = 1$ В.

Тогда получил среднее значение энергии первого возбужденного состояния для атома гелия:

$$\langle E_{excit_d} \rangle = (16,3 \pm 3,3) \text{ эВ} \quad (1)$$

Значение погрешности вычислял по формуле:

$$\sigma_{E_{excit}} = 2\sigma_V + \sigma_{stat}, \sigma_{stat} = \sqrt{\frac{1}{6} \sum |V_i - \langle \Delta E_{excit} \rangle|} \quad (2)$$

2.3 Статический метод

Сняли ВАХ для трехэлектродной лампы при трех различных значениях задерживающего напряжения. Графики представлены на рис. 6. Результаты измерений занес в таблицу 2.

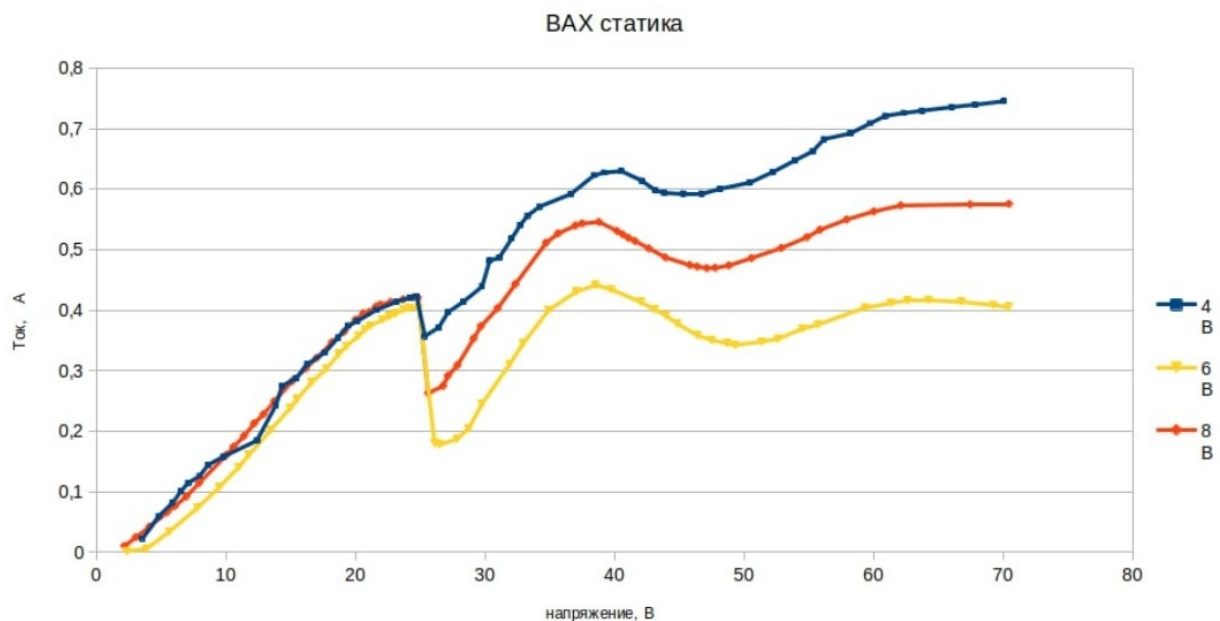


Рис 6. ВАХ в статическом методе

Таблица 2: Данные статического метода

$V_2, \text{ В}$	$V_{max1}, \text{ В}$	$V_{max2}, \text{ В}$	$V_{min1}, \text{ В}$	$V_{min2}, \text{ В}$
4	24	40	25	46
6	24	37	26	47
8	24	38	26	49

Погрешность измерения с графика $\Delta V = 1 \text{ В}$.

Тогда получил среднее значение энергии первого возбужденного состояния для атома гелия:

$$\langle E_{excit_s} \rangle = (18,0 \pm 3,9) \text{ эВ} \quad (3)$$

Значение погрешности вычислял по формуле (2)

3 Вывод

В ходе работы были получены наглядные доказательства квантовой теории атомов.

Так же расчетные значения энергии первого возбужденного состояния для атома гелия:

1. $\langle E_{excit_s} \rangle = (18,0 \pm 3,9) \text{ эВ}$

2. $\langle E_{excit_d} \rangle = (16,3 \pm 3,3) \text{ эВ}$

Совпадают в пределах погрешности с табличным значением:

$$E_{ref} = (19,7 \pm 0,1) \text{ эВ}$$