

МФТИ

ФРКТ

Лабораторная работа 5.2.1

Опыт Франка-Герца.

Добровольская Ксения
Гаврилин Илья
Б01-110

1 Аннотация

В данной работе мы провели опыт Франка и Герца в:

- а.) динамическом режиме;
- б.) статическом режиме.

2 Опыт Франка и Герца

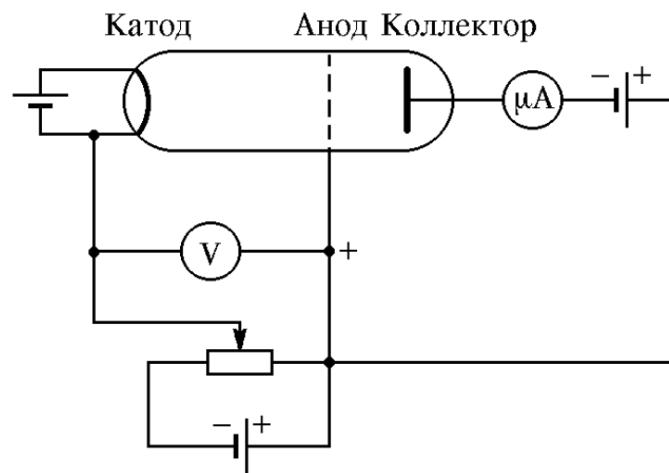


Рис. 1: Принципиальная схема опыта Франка и Герца.

Одним из простых опытов, подтверждающих существование дискретных уровней энергии атомов, является эксперимент, известный под названием опыта Франка и Герца. Схема опыта изображена на рис. 1.

Разреженный одноатомный газ (в нашем случае — гелий) заполняет трехэлектродную лампу. Электроны, испускаемые разогретым катодом, ускоряются в постоянном электрическом поле, созданном между катодом и сетчатым анодом лампы и сталкиваются с атомами гелия. Если энергия электрона, налетающего на атом, недостаточна для того, чтобы перевести его в возбужденное состояние, то возможны только упругие соударения.

По мере увеличения разности потенциалов между анодом и катодом энергия электронов увеличивается и, в конце концов, оказывается достаточной для возбуждения атомов. При таких — неупругих — столкновениях кинетическая энергия налетающего электрона передается одному из атомных электронов, вызывая его переход на свободный энергетический уровень (возбуждение) или совсем отрывая его от атома (ионизация).

Ток коллектора, пропорциональный числу электронов, попадающих на него за секунду, измеряется микроамперметром.

При увеличении потенциала анода ток в лампе вначале растет. Однако, когда энергия электронов становится достаточной для возбуждения атомов, ток коллектора резко уменьшается. При

Следующее замедление роста тока происходит в момент, когда часть электронов неупруго сталкивается с атомами два раза: первый раз посередине пути, второй – у анода и т. д. Таким образом, на кривой зависимости тока коллектора от напряжения анода имеется ряд максимумов и минимумов, отстоящих друг от друга на равные расстояния ΔV . Эти расстояния равны энергии первого возбужденного состояния.

Схема экспериментальной установки приведена на рис.2.

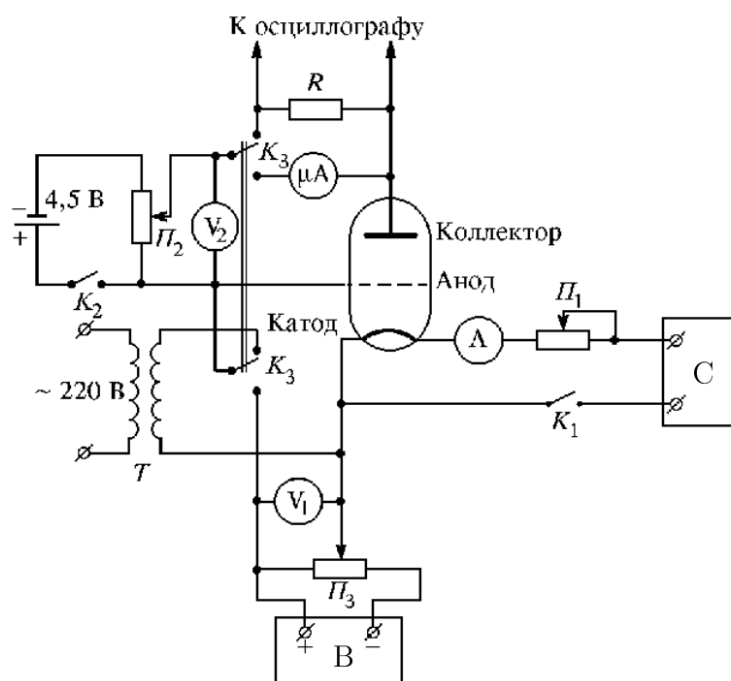


Схема экспериментальной установки изображена на рис. 2. Для опыта используется серийная лампа ионизационного манометра ЛМ-2, заполненная гелием. Напряжение накала подается от стабилизированного источника питания Б7-4. Ток накала контролируется амперметром А. Источник Б7-4 включается в цепь тумблером К₁.

Ускоряющее напряжение подается на анод от выпрямителя Б5-10. Величина этого напряжения регулируется потенциометром Π_3 и измеряется вольтметром V_1 . Источник задерживающего потенциала – батарея КБСЛ (4,5 В) – включается ключом K_2 , величина потенциала регулируется потенциометром Π_2 и измеряется вольтметром V_2 . Ток в цепи коллектора регистрируется микроамперметром.

2

мическом режиме работы ускоряющий потенциал подается с понижающего трансформатора T (220/50 В), а ток коллектора регистрируется осциллографом, подключенным к нагрузочному резистору R . Осциллограф следует синхронизировать от сети 50 Гц.

При определении энергии электронов по разности потенциалов между анодом и катодом следует иметь в виду, что из-за контактной разности потенциалов между катодом и анодом первый максимум не соответствует потенциалу первого возбужденного уровня. Однако контактная разность потенциалов так сдвигает все максимумы, что расстояние между ними не меняется.

4 Динамический режим

1. При максимальном ускоряющем напряжении измеряем на экране осциллографа расстояния по оси x между первым и вторым максимумами ΔV_1 и между вторым и третьим ΔV_2 для трех значений задерживающего напряжения V :

1. Чувствительность канала X — 5 В/дел.

2. Чувствительность канала Y — 5 мВ/дел.

V , В	ΔV_1 , дел	ΔV_2 , дел	ΔV_{cr} , дел
4	15	17	16
6	14	16	15
8	14	16	15

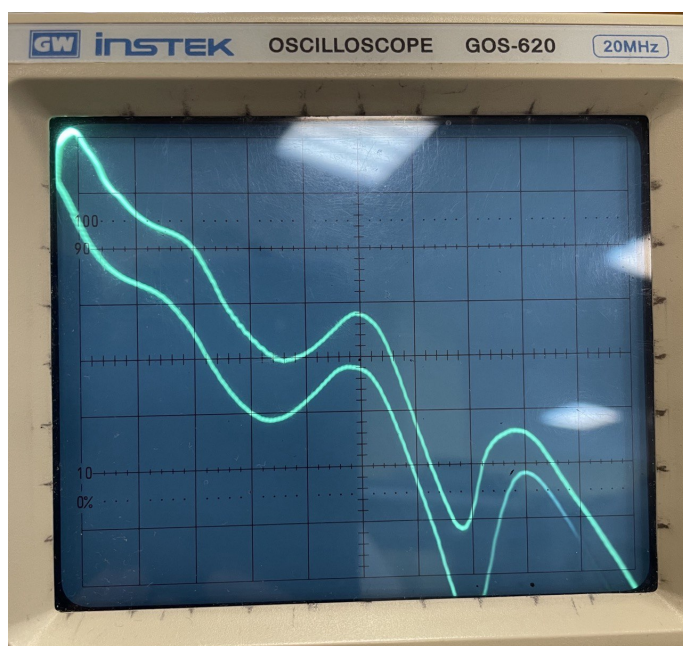


Рис. 3: ВАХ на экране ЭО при $V = 4$ В.

2. Также по начальному участку можно оценить значение контактной разности потенциалов, в нашем случае его значение составляет $\Delta V_{con} = 10$ дел.

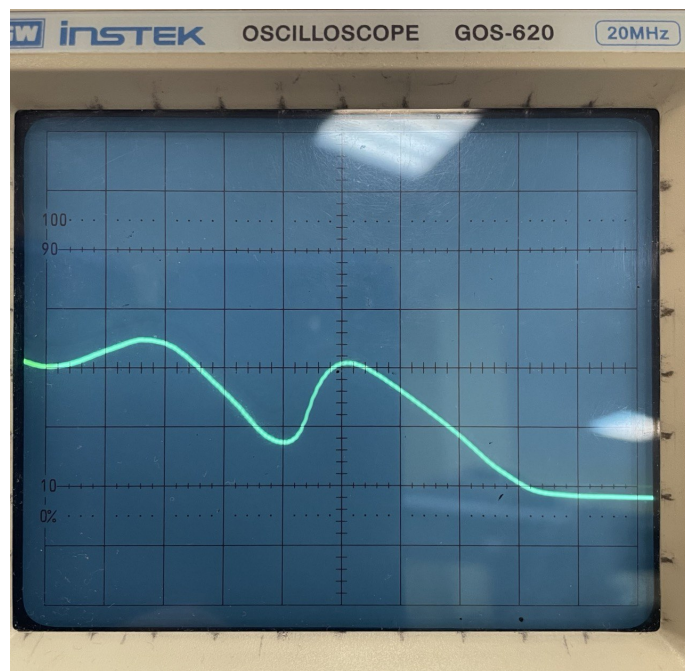


Рис. 4: Контактная разность потенциалов.

- Получив средний результат $\Delta V_{cr} = 15.33$ дел = 2 В, можем определить энергию возбуждения первого уровня атома гелия в электрон-вольтах

$$E_1 =$$

- Ошибка измерения

5 Статический режим

- При максимальном накале снимаем зависимость коллекторного тока от анодного напряжения ($I_k = f(V_a)$) для трех значений задерживающего напряжения V.
- Строим графики зависимости для всех значений задерживающего напряжения V.

1. V = 4В

I_k, mA	9	71	145	205	225	232	199	180	198	235
V_a, B	0.0	5.5	10.7	15.9	17.8	21.1	23.0	23.8	25.2	27.7
I_k, mA	271	330	360	347	338	354	380	410	500	510
V_a, B	30.1	33.7	38.2	40.1	44.5	47.5	51.3	54.7	73.3	75.7

2. V = 6В

I_k, mA	1	76	152	198	228	212	129	182	237	305
V_a, B	0.0	7.2	12.3	16.0	19.5	23.0	24.8	28.3	31.5	36.3
I_k, mA	310	274	277	286	312	312	362	382	395	390
V_a, B	38.7	44.9	47.9	49.9	53.7	53.7	61.4	71.9	74.7	75.2

$$3.V = 8B$$

I_k, mA	4	61	146	191	217	186	107	87	141	197
V_a, B	3.3	7.9	13.6	17.2	20.8	23.8	24.3	66.5	29.7	32.7
I_k, mA	243	255	242	216	209	236	267	280	283	291
V_a, B	35.7	37.7	41.3	45.5	47.8	54.3	58.9	62.9	66.5	75.0

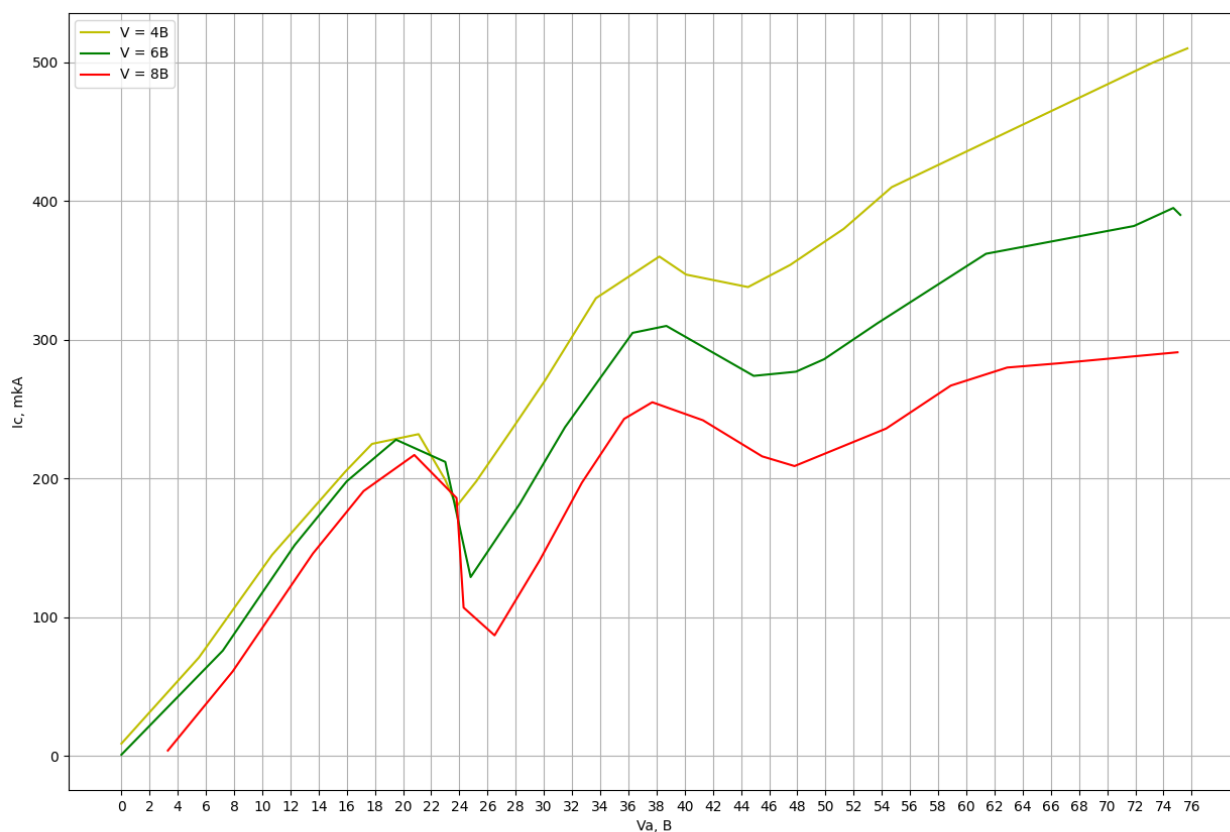


Рис. 5: Статический режим.

3. По графикам определяем энергию возбуждения первого уровня атома гелия

$$E_1 =$$

4. Ошибка измерения

6 Выводы

В данной работе мы получили значения энергии возбуждения первого уровня атома гелия в:

1.) Динамическом режиме. Значение этой величины совпало:

2.) Статическом режиме. Значение этой величины составило:
Табличное значение $E = 21.6$ эВ.