

Лабораторная работа 2.1. Опыт Франка-Герца.

Дмитрий Норкин и Николай Кузнецов

27/09/2018

Цель работы

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

Ход работы

Описание экспериментальной установки и самого эксперимента можно найти на сайте кафедры в дополнительном описании к работе.

Измерения

Динамический режим

Получим осциллограмму для каждого из значений задерживающего напряжения U_L .

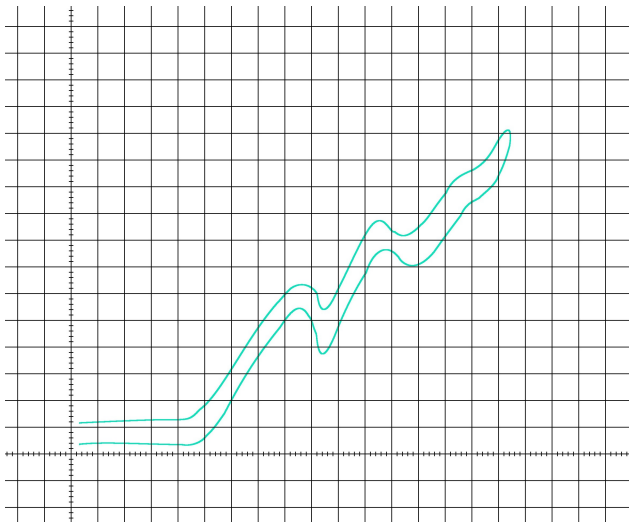


Рис. 1: ВАХ при $U_L = 4$ В



Рис. 2: Фото работающей лампы

Погрешность измерения напряжения равна половине цены деления $\Delta U = 0.5$ В.

U_L	ΔU_{min}	ΔU_{max}
4	15	14.5
6	16	15
8	17	15.5

Таблица 1: Расстояние между минимумами и максимумами в зависимости от U_L

Статический режим

Снимем зависимость коллекторного тока от ускоряющего напряжения $I_k(V_a)$ при различных значениях задерживающего напряжения U_L .

Здесь погрешность измерения тока равна половине цены деления $\Delta I = 0.5 \mu\text{A}$, погрешность измерения напряжения будем считать равной $\Delta U = 0.05$ В – примерно на столько скакали показания вольтметра.

$I_k, \mu A$	0.5	7.5	15.5	22.5	29.0	36.0	43.0	39.5	37.0	33.0
V_a, V	0.01	2.97	5.37	8.02	10.84	14.35	18.5	22.41	23.27	24.43
$I_k, \mu A$	38.0	42.0	49.0	55.0	60.0	64.0	66.0	62.0	66.0	70.0
V_a, V	27.14	28.46	30.97	32.51	34.28	36.01	38.56	41.91	48.44	51.32
$I_k, \mu A$	75.0	79.5	83.5	87.5	91.5					
V_a, V	53.76	56.38	58.77	62.98	68.12					

Таблица 2: Зависимость $I_k(V_a)$ при задерживающем напряжении $U_L = 4$ В

$I_k, \mu A$	0.0	0.0	7.0	14.0	19.0	25.5	32.0	36.0	41.0	43.5
V_a, V	0.01	1.14	4.74	6.73	8.34	10.69	13.59	15.49	17.77	20.28
$I_k, \mu A$	41.0	36.5	31.0	25.0	29.5	36.0	42.0	48.0	53.0	56.5
V_a, V	21.67	23.44	24.5	25.15	27.95	29.93	31.88	33.7	35.42	38.06
$I_k, \mu A$	52.0	50.5	55.0	60.0	65.5	70.0	74.0			
V_a, V	43.02	46.94	51.57	54.97	58.64	63.27	71.55			

Таблица 3: Зависимость $I_k(V_a)$ при задерживающем напряжении $U_L = 6$ В

$I_k, \mu A$	0.0	0.0	6.5	12.5	20.0	26.0	32.5	39.5	45.5	51.5
V_a, V	0.02	1.3	5.14	6.72	8.02	9.02	10.13	11.54	12.8	14.17
$I_k, \mu A$	58.5	65.5	69.0	71.5	74.0	70.0	66.0	63.0	54.0	40.5
V_a, V	15.75	17.43	18.35	19.03	20.53	22.85	23.34	23.88	24.49	24.66
$I_k, \mu A$	32.0	26.0	26.5	31.0	42.5	48.5	56.5	64.5	72.0	78.0
V_a, V	24.8	25.64	26.54	28.2	29.78	30.69	31.9	33.23	34.5	35.6
$I_k, \mu A$	83.0	79.5	75.0	70.0	66.0	70.0	74.0	80.0	84.5	89.0
V_a, V	37.82	40.74	43.16	45.16	48.6	52.4	54.43	56.78	58.77	62.11
$I_k, \mu A$	90.5	92.0								
V_a, V	68.25	73.86								

Таблица 4: Зависимость $I_k(V_a)$ при задерживающем напряжении $U_L = 8$ В

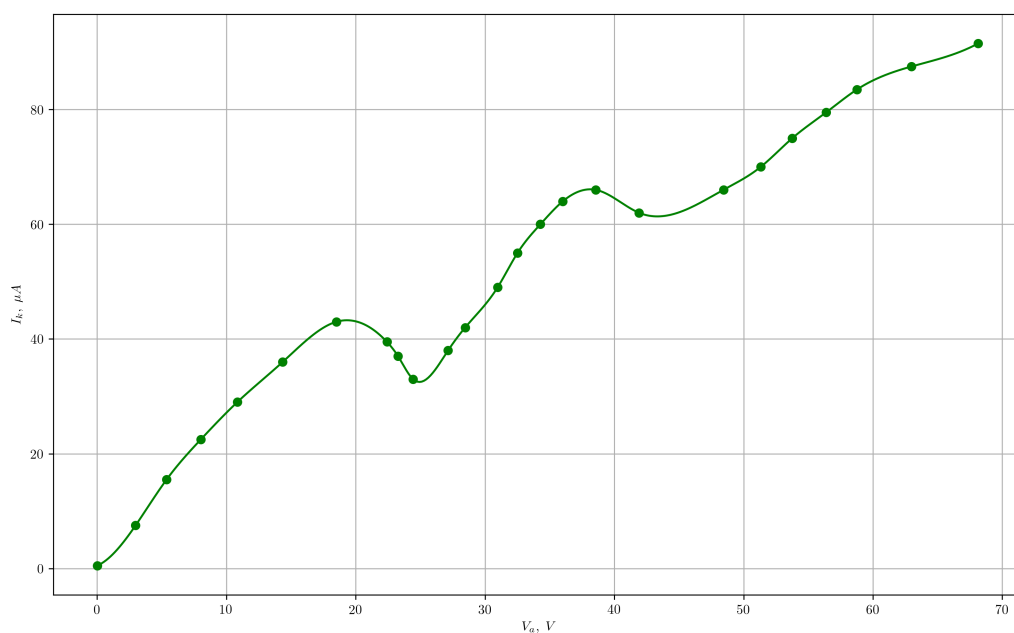


Рис. 3: График зависимости $I_k(V_a)$ при $U_L = 4$ В

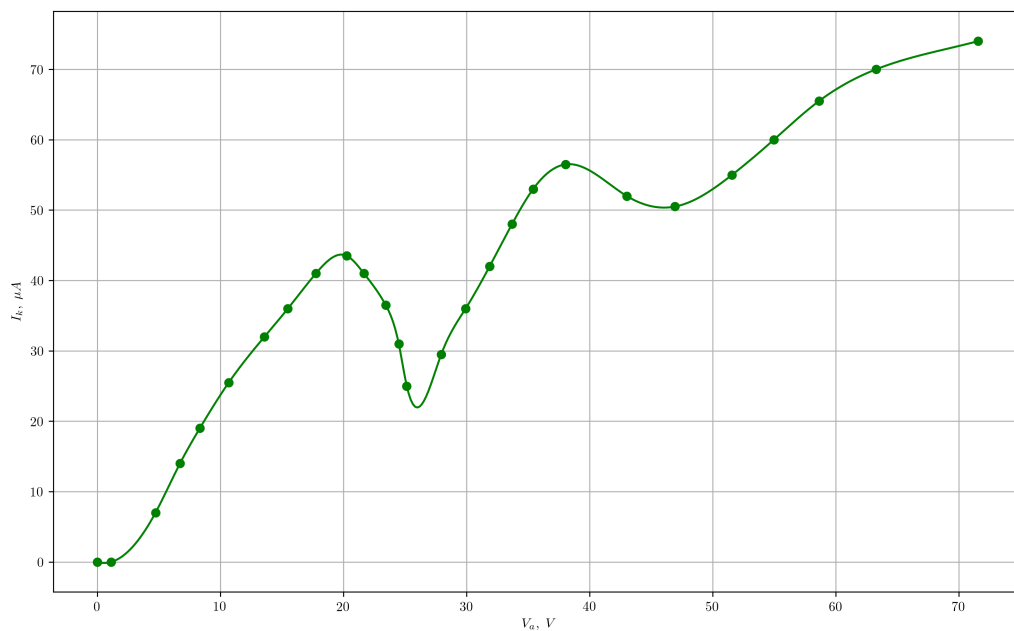


Рис. 4: График зависимости $I_k(V_a)$ при $U_L = 6$ В

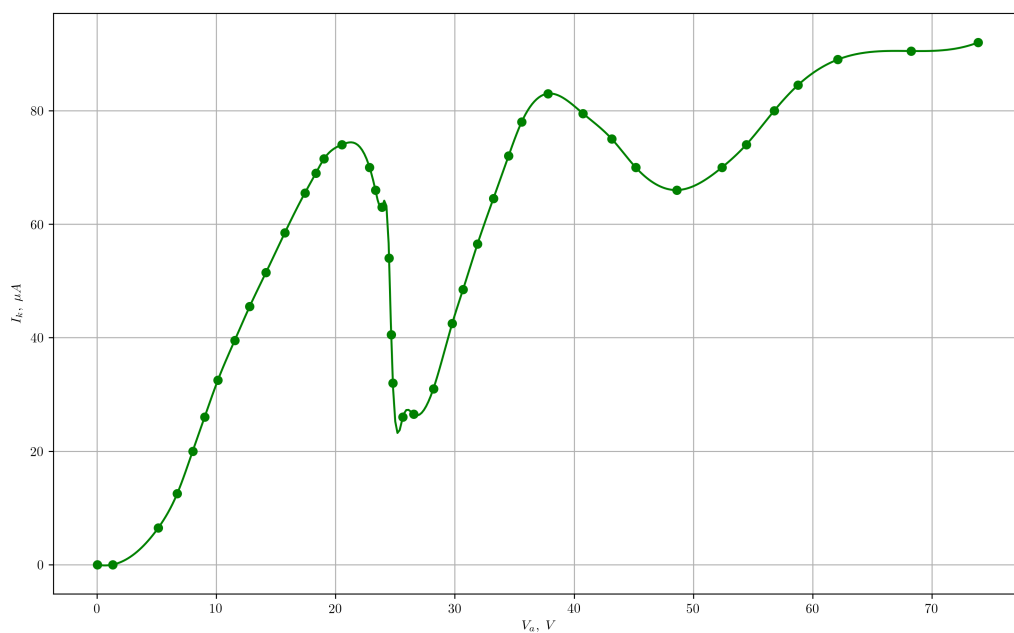


Рис. 5: График зависимости $I_k(V_a)$ при $U_L = 8$ В

Из полученных графиков определим расстояния между максимумами и минимумами. Измерения проведены таким образом, что измерены точки, точно отвечающие экстремумам функции, поэтому погрешность каждого значения $\Delta(\Delta V) = 2\Delta U = 0.1$ В.

U_L	ΔU_{min}	ΔU_{max}
4	18.5	19.6
6	20.5	18.3
8	21.7	18.0

Таблица 5: Расстояние между минимумами и максимумами в зависимости от U_L

Рассчитаем среднюю энергию $\mathcal{E} = e\overline{\Delta V}$ первого уровня атома гелия из динамического и статического методов. Статистическую погрешность σ_U рассчитаем как среднеквадратичное отклонение серии измерений. Итоговая погрешность, таким образом, будем равна $\Delta\mathcal{E} = \sqrt{\sigma_U^2 + \Delta V^2}$.

$$\mathcal{E}_{\text{дин}} = (15.5 \pm 1.0) \text{ эВ}$$

$$\mathcal{E}_{\text{стат}} = (19.4 \pm 0.5) \text{ эВ}$$

Выводы

Таким образом, в данной работе была показана дискретность энергетических уровней атома гелия и измерена энергия первого уровня двумя способами. Значение, полученное статическим способом совпадает с теоретическим значением $\mathcal{E}_{\text{теор}} = 19.8 \text{ эВ}$ в пределах погрешности.