

Лабораторная работа № 3.5.1-3.5.2 "Изучение плазмы газового разряда в неоне"

Кирилл Шевцов Б03-402

16.09.2025

Цель работы

Изучить вольт-амперную характеристику тлеющего разряда, изучить свойства плазмы методом зондовых характеристик.

Оборудование

Стеклянная газоразрядная трубка, наполненная неоном, источник напряжения, делитель напряжения, потенциометр, амперметр, вольтметры, амперметры, переключатели.

Лабораторные установки

Стеклянная газоразрядная трубка имеет ненагреваемый полый катод, три анода и геттерный узел - стеклянный баллон, на внутреннюю поверхность которого напылена газопоглощающая плёнка (геттер). Трубка наполнена изотопом неона при давлении 2 мм. рт. столба. Катод и один из анодов (первый или второй) с помощью переключателя P_1 подключаются через балластный резистор R_b к регулируемому ВИП.

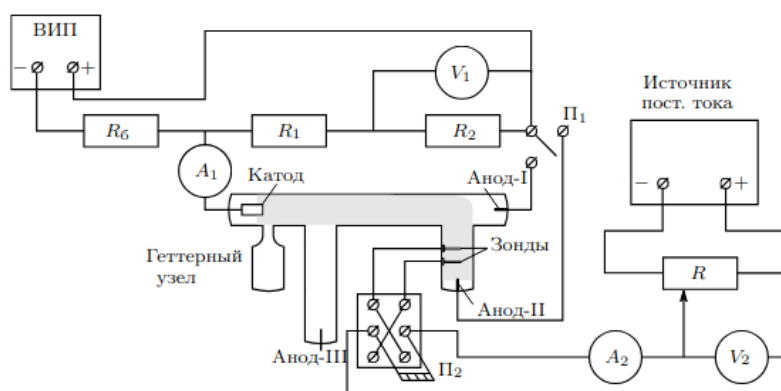


Рис. 1: установка для исследования газового разряда

При подключении первого анода к ВИП, между ним и катодом возникает газовый разряд. Ток разряда измеряется амперметром A_1 , падение напряжения - на вольтметре V_1 , подключенным к трубке через делитель напряжения с коэффициентом, равным $\alpha = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$. При подключении к ВИП второго анода, возникает газовый разряд между катодом и вторым анодом, где находится двойной зонд, необходимый для диагностики плазмы. Третий анод в работе не используется.

Выполнение работы

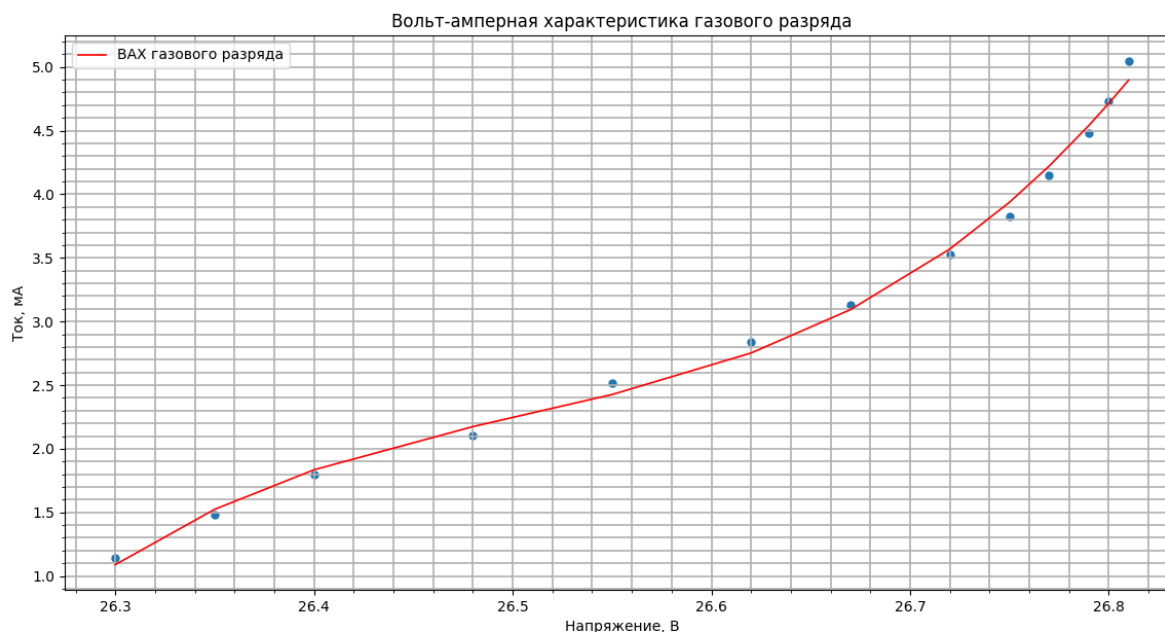
1. Настроим установку для ВАХ газового разряда согласно инструкции, плавно увеличивая показания ВИП, запишем напряжение зажигания, показание вольтметра V_1 :

$$U_0 = 152.52 \pm 0.01 \text{ В} \quad (1)$$

2. С помощью вольтметра V_1 и амперметра A_1 измерим ВАХ газового разряда $I_p(U_p)$. Ток изменяется в диапазоне $0.5 - 5.0 \text{ мА}$.

$I_p \uparrow, \text{ мА}$	0.543	0.730	1.143	1.479	1.800	2.105	2.520	2.837	-
$U_p, \text{ В}$	26.89	26.51	26.30	26.35	26.40	26.48	26.55	26.62	-
$I_p \uparrow, \text{ мА}$	3.128	3.524	3.829	4.150	4.477	4.727	5.050	-	
$U_p, \text{ В}$	26.67	26.72	26.75	26.77	26.79	26.80	26.81	-	
$I_p \downarrow, \text{ мА}$	4.790	4.417	4.055	3.788	3.472	3.162	2.873	2.503	2.165
$U_p, \text{ В}$	26.80	26.78	26.76	26.74	26.71	26.66	26.61	26.54	26.47
$I_p \downarrow, \text{ мА}$	1.803	1.507	1.197	0.817	0.665	0.538	-		
$U_p, \text{ В}$	16.41	26.35	26.31	26.41	26.65	26.90	-		

3. Построим ВАХ разряда в координатной сетке. По наклону кривой определим максимальное дифференциальное сопротивление $R_{dif} = \frac{dU}{dI}$.



4. Подготовим установку для анализа зондовой характеристики разряда. Измерим ВАХ двойного зонда, плавно увеличивая напряжение от $-U_0$ до U_0 при фиксированном токе разряда I_p . Измерения проведем для 4 значений I_p .

(а) Ток разряда $I_p = 5.000 \pm 0.001 \text{ мА}$.

$I_p \downarrow$, мА	22.98	22.10	21.17	20.25	19.26	18.17	17.25	15.88	12.90	6.89	0.07
U_p , В	24.99	22.07	19.02	16.11	13.08	10.11	8.09	6.08	4.03	2.06	0.55
$I_p \uparrow$, мА	-2.66	-6.74	-12.96	-15.90	-17.13	-18.19	-19.38	-20.37	-21.34	-22.33	-23.18
U_p , В	0.00	2.02	4.07	6.20	8.08	10.13	13.04	16.04	19.08	22.19	24.99

(b) Ток разряда $I_p = 4.005 \pm 0.001$ мА

$I_p \downarrow$, мА	19.67	18.97	18.12	17.35	16.50	15.54	14.70	13.42	10.85	5.61	0.12
U_p , В	24.99	22.11	19.09	16.12	13.09	10.07	8.01	6.01	4.08	2.08	0.60
$I_p \uparrow$, мА	-0.15	-5.71	-10.78	-13.37	-14.62	-15.34	-16.29	-17.17	-18.00	-18.76	-19.56
U_p , В	0.6	2.11	4.08	6.07	8.19	10.02	13.01	16.10	19.14	22.08	25.00

(c) Ток разряда $I_p = 3.101 \pm 0.001$ мА

$I_p \downarrow$, мА	15.92	15.31	14.65	14.00	13.28	12.37	11.68	10.45	8.05	3.98	0.05
U_p , В	24.99	22.02	19.09	16.22	13.12	10.12	8.10	6.03	4.04	2.07	0.58
$I_p \uparrow$, мА	-0.04	-3.82	-8.03	-10.41	-11.56	-12.26	-13.07	-13.75	-14.42	-15.07	-15.70
U_p , В	0.58	2.01	4.06	6.07	8.12	10.10	13.24	16.09	19.11	22.18	24.99

(d) Ток разряда $I_p = 1.513 \pm 0.001$ мА

5. Построим семейство зондовых характеристик на клеточной сетке.

$I_p \downarrow$, mA	9.05	8.65	8.27	7.82	7.42	6.93	6.42	5.52	4.07	1.94	0.13
U_p , B	24.99	22.01	19.06	16.04	13.09	10.12	8.09	5.97	4.02	2.11	0.56
$I_p \uparrow$, mA	-0.13	-1.88	-4.06	-5.52	-6.37	-6.84	-7.34	-7.73	-8.16	-8.56	-8.95
U_p , B	0.56	2.06	4.05	6.03	8.09	10.14	13.18	16.10	19.06	22.02	24.99