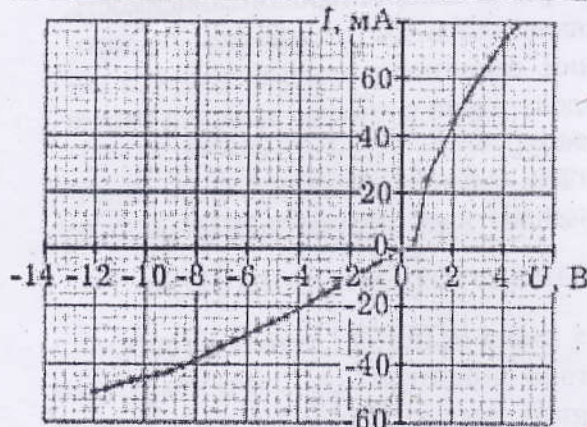


Рис. 17

Аналогично предыдущему случаю получаем таблицу 3 и строим ВАХ для выводов 1–3 (рис. 18), анализируя которую, можно сделать вывод, что между клеммами 1–3 есть диод с параллельно включённым резистором и что последовательно с ними соединена лампочка, о чём свидетельствует искривлённость ВАХ как при прямом, так и обратном направлении тока.

Таблица 3

$U, В$	$I, мА$	$U, В$	$I, мА$
-12,0	-49,8	-3,5	-18,3
-11,5	-48,6	-3,0	-15,7
-11,0	-46,9	-2,5	-13,1
-10,5	-45,7	-2,0	-10,5
-10,0	-44,6	-1,5	-7,9
-9,5	-43,5	-1,0	-5,3
-9,0	-42,6	-0,5	-2,6
-8,5	-40,5	0,0	0,0
-8,0	-38,4	0,5	2,7
-7,5	-36,2	1,0	24,7
-7,0	-34,0	1,5	34,6
-6,5	-31,9	2,0	44,4
-6,0	-29,7	2,5	52,8
-5,5	-27,5	3,0	60,5
-5,0	-25,5	3,5	67,2
-4,5	-23,3	4,0	73,6
-4,0	-20,8	4,5	79,3



Вольтамперная характеристика для выводов 1–3

Рис. 18

Таким образом, схема между выводами 1 и 3 имеет следующий вид:

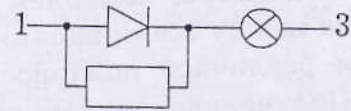


Рис. 19

В данном случае также возможна альтернативная схема – рис. 20.

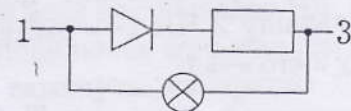
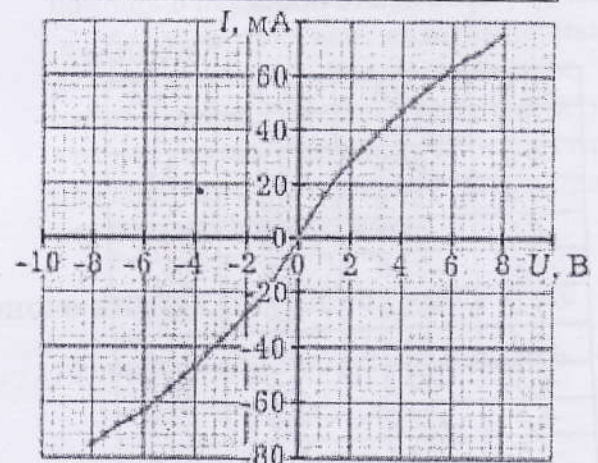


Рис. 20

Так же – на основе таблицы 4 – получаем ВАХ для выводов 2–3 (рис. 21).

Таблица 4

$U, В$	$I, мА$	$U, В$	$I, мА$
-8,0	-75,4	0,0	0,0
-7,5	-71,8	0,5	8,4
-7,0	-68,3	1,0	16,2
-6,5	-66,1	1,5	23,1
-6,0	-63,2	2,0	28,0
-5,5	-59,3	2,5	32,9
-5,0	-55,4	3,0	37,8
-4,5	-50,9	3,5	42,3
-4,0	-46,9	4,0	46,9
-3,5	-42,3	4,5	50,9
-3,0	-37,8	5,0	55,4
-2,5	-32,9	5,5	59,3
-2,0	-28,0	6,0	63,2
-1,5	-23,1	6,5	66,1
-1,0	-16,2	7,0	68,3
-0,5	-8,4	7,5	71,8
0,0	0,0	8,0	75,4



Вольтамперная характеристика для выводов 2–3

Рис. 21

Из анализа графиков следует, что в цепи нет диодов, но присутствует лапочка, включённая последовательно с резистором (иначе ВАХ шла бы круче при $U \approx 0$, так как сопротивление лампочки в холодном состоянии всего несколько Ом). Таким образом, схема между выводами 2 и 3 имеет вид, представленный на рис. 22.



Рис. 22

Действие 3. Обобщая данные, полученные в процессе исследования, делаем вывод, что одна из возможных схем чёрного ящика имеет следующий вид (рис. 23):

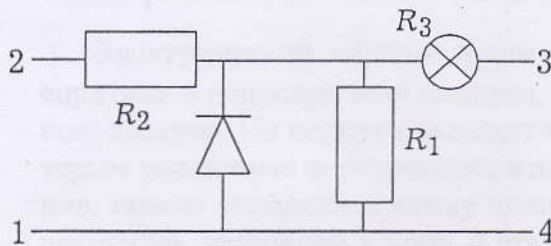


Рис. 23

Действие 4. Найдём характеристики входящих в цепь ЧЯ элементов. Обозначим сопротивления резисторов соответственно R_1 и R_2 , сопротивление лампочки R_3 . Тогда, учитывая таблицу 1 сопротивлений, придём к системе:

$$\begin{cases} R_1 + R_2 = 235, \\ R_1 + R_3 = 190, \\ R_2 + R_3 = 60. \end{cases}$$

Отсюда $R_1 \approx 182$ Ом, $R_2 \approx 52$ Ом, $R_3 \approx 7$ Ом.

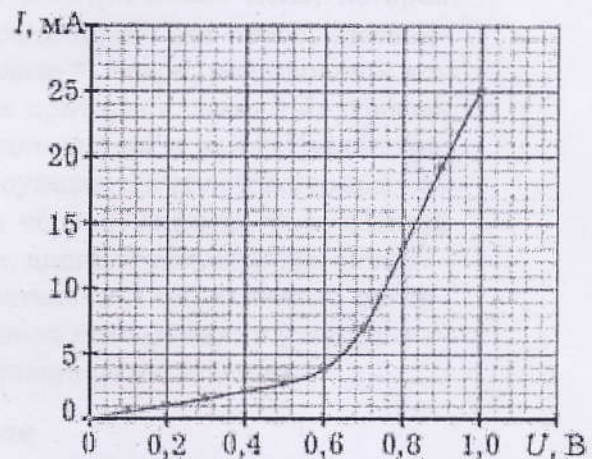
Заключение

Мне хотелось бы поблагодарить мою учительницу по физике *Ахметову Юлию Николаевну* (преподаватель физики МОУ Лицей, г. Нижневартовск, Тюменская обл.) за полученные от неё знания при подготовке

к физическим олимпиадам. Эти знания и легли в основу данной статьи, работу над которой я начал под её руководством ещё школьником весной 2007 г., а закончил, став студентом МФТИ.

Таблица 5

U, В	I, mA
0,0	0,00
0,1	0,55
0,2	1,05
0,3	1,57
0,4	2,12
0,5	2,72
0,6	3,82
0,7	6,93
0,8	13,05
0,9	19,30
1,0	25,10



Вольтамперная характеристика для выводов 1-3 вблизи нуля

Рис. 24

Из графика видно, что открывающее напряжение $U_{откр} \approx 0,6$ В.

Лабораторная работа № 7. «Черные ящики»

Задача 157. В одной закрытой коробке находится электрическая лампа для карманного фонаря, в другой – резистор. Определить, в какой коробке находится лампа.

Приборы и материалы: источник тока, две коробки с выводами, реостат, миллиамперметр, два милливольтметра, соединительные провода.

Задача 240. Определить, какие два элемента электрической цепи находятся в «черном ящике» и как они соединены.

Приборы и материалы: реостат, вольтметр, миллиамперметр, батарейка, соединительные провода.

Примечание. В ящике находились последовательно соединенные лампочка и диод. Требовалось снять вольт-амперную характеристику, обнаружить и объяснить ее нелинейность.

Задача 38. В «черном ящике», имеющем 4 вывода, собрана электрическая цепь, состоящая из нескольких резисторов. Известно, что два вывода «черного ящика» соединены внутри него накоротко.

1. Какое минимальное количество измерений необходимо выполнить, чтобы найти закороченные выводы? Опишите методику поиска короткозамкнутых выводов.

Внимание! Клеммы батарейки нельзя накоротко соединять между собой, поскольку ее внутреннее сопротивление меньше 1 Ом. Ваша методика должна учитывать это обстоятельство.

2. Каково минимальное количество резисторов в схеме «черного ящика»? Найдите их сопротивления.

Оборудование: «черный ящик», батарейка на 4,5 В, вольтметр.