

57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Kategória A – celoštátne kolo
Banská Bystrica, 16.4.2016
experimentálna úloha - riešenie

A) Podmienky merania

Teplota	25 °C
Tlak	101,3 kPa
Vlhkosť	45 %

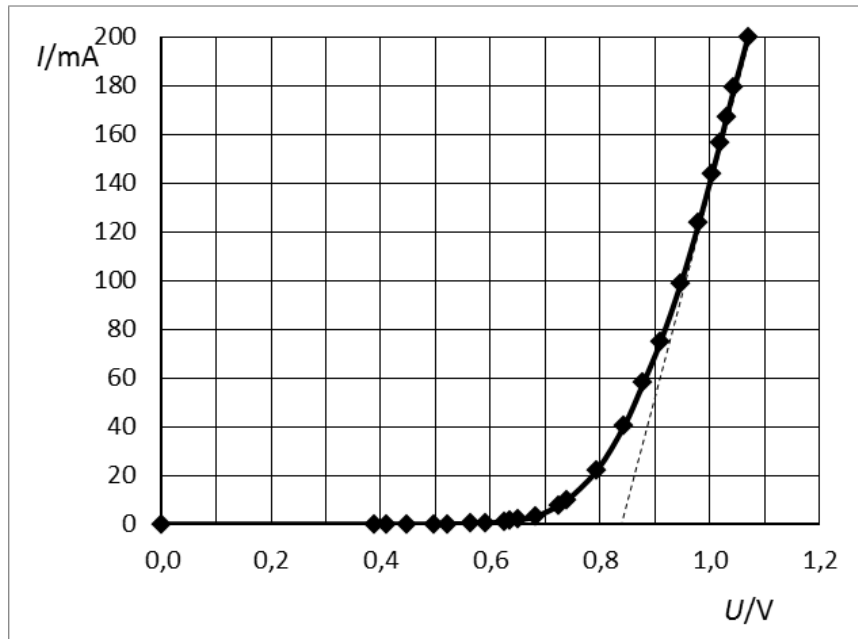
B) Tab. 1 V–A charakteristika – namerané a vypočítané hodnoty

Minimálny prúd 10 μA , maximálny prúd 200 mA

Poradie	Napätie U / V	Prúd I / mA	$\ln(I / I_1)^{*})$	
1	0,000	0,000	-	
2	0,390	0,010	-4,605	
3	0,410	0,013	-4,343	
4	0,449	0,027	-3,612	
5	0,498	0,071	-2,645	
6	0,523	0,120	-2,120	
7	0,565	0,293	-1,228	
8	0,591	0,505	-0,683	
9	0,625	1,05	0,048	
10	0,637	1,35	0,297	
11	0,652	1,82	0,599	
12	0,683	3,25	1,179	
13	0,724	7,50	2,015	
14	0,741	10,0	2,303	
15	0,795	22,3	3,105	
16	0,844	40,4	3,699	
17	0,879	58,0	4,060	
18	0,910	74,7	4,313	
19	0,947	98,5	4,590	
20	0,980	123,4	4,815	
21	1,004	143,4	4,966	
22	1,019	156,2	5,051	
23	1,031	167,0	5,118	
24	1,045	179,0	5,187	
25	1,070	200,0	5,298	

*) $I_1 = 1,00 \text{ mA}$

C) Graf 1



- D) V prípade $I \gg I_0$ má Shockleyho rovnica tvar $I \approx I_0 e^{\frac{U}{nU_T}}$. Ak rovnicu formálne logaritmujeme (logaritmovat' môžeme iba bezrozmernú veličinu, v našom prípade napr. I / I_1 , kde I_1 je ľubovoľná referenčná hodnota, napr. $I_1 = 1,00 \text{ mA}$)

$$\ln \frac{I}{I_1} = \ln \frac{I_0}{I_1} + \frac{1}{nU_T} U.$$

Ak zavedieme premenné $x = U$ a $y = \ln(I / I_1)$, má rovnica tvar $y = A + Bx$, čo je lineárna rovnica priamky.

Do tab. 1 sa doplní stĺpec y .

Zostrojí sa graf 2.

Z grafu 2 vidno, že funkcia $y = f(x)$ vykazuje lineárny charakter v intervale $U \in (0,45 \text{ V}; 0,75 \text{ V})$.

Odchýlka od linearity pre $U < 0,45 \text{ V}$ súvisí najmä so zanedbaním faktora „1“ v pôvodnej rovnici, odchýlka pre $U > 0,75 \text{ V}$ je spôsobená postupným prechodom na lineárnu časť charakteristiky pre $U > U_p$.

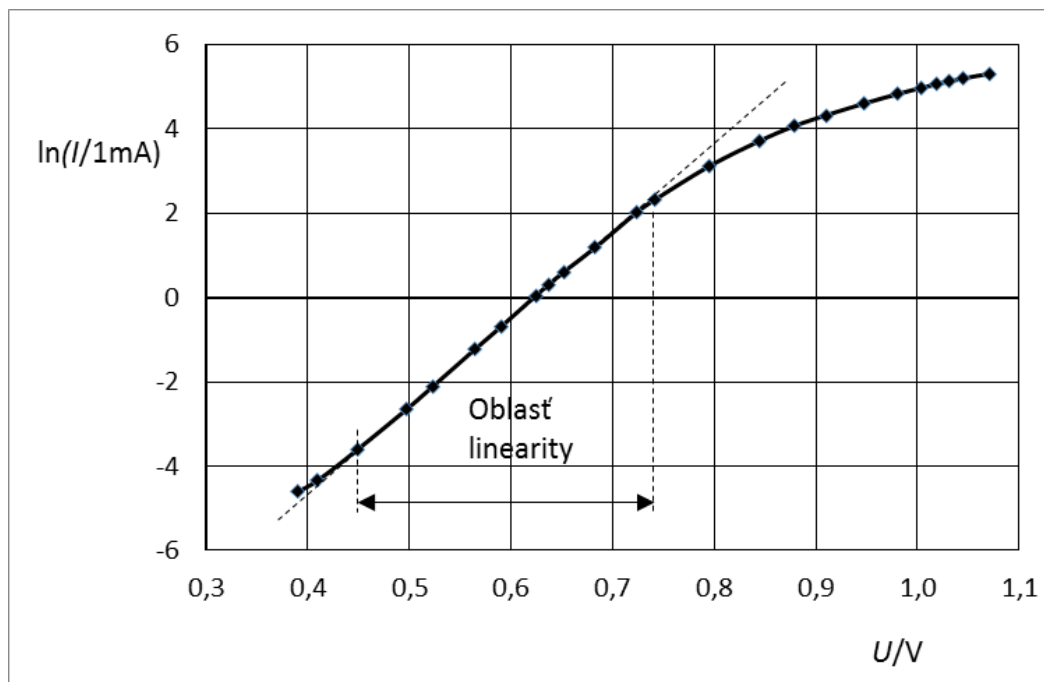
- E) Z priamky v grafe 3 určíme koeficienty

$$A = \ln(I_0 / I_1) \approx -12,8 \quad \text{a} \quad B = 1/(n U_T) \approx 20,5 \text{ V}^{-1}.$$

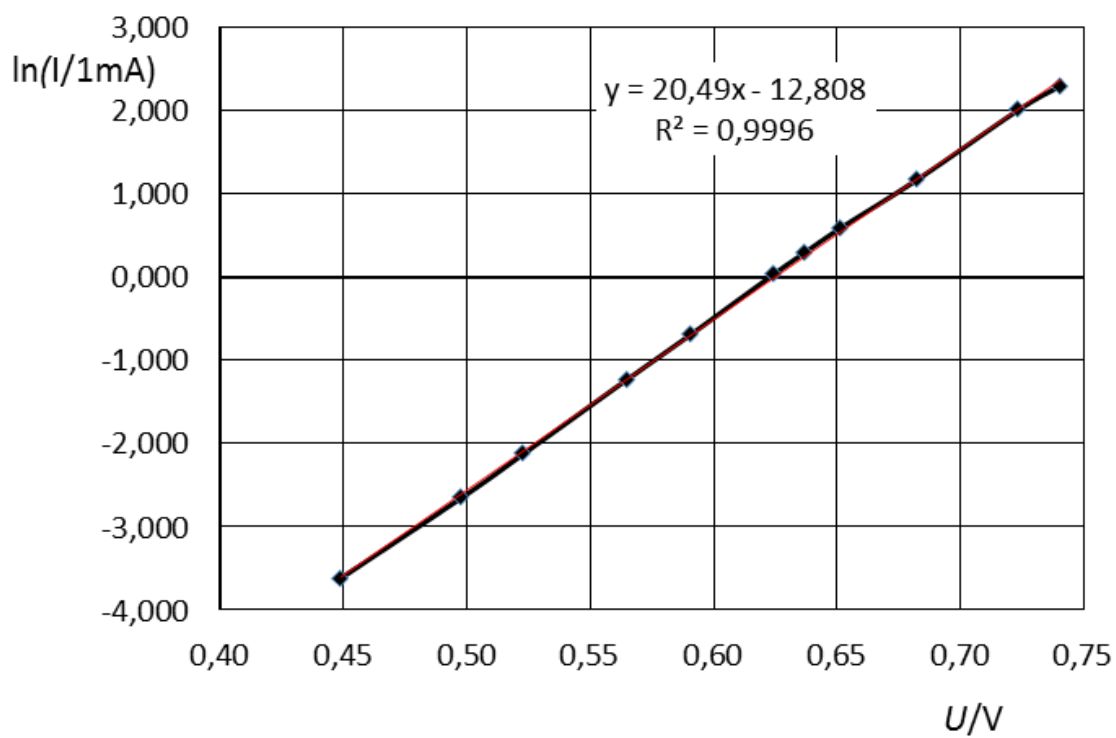
Pre $I_1 = 1,00 \text{ mA}$ máme $I_0 = I_1 e^A \approx 2,76 \text{ nA}$.

$$\frac{1}{B} = n U_T = n \frac{kT}{e} \quad \text{a odtiaľ} \quad n = \frac{e}{kTB} \approx 1,89.$$

Graf 2

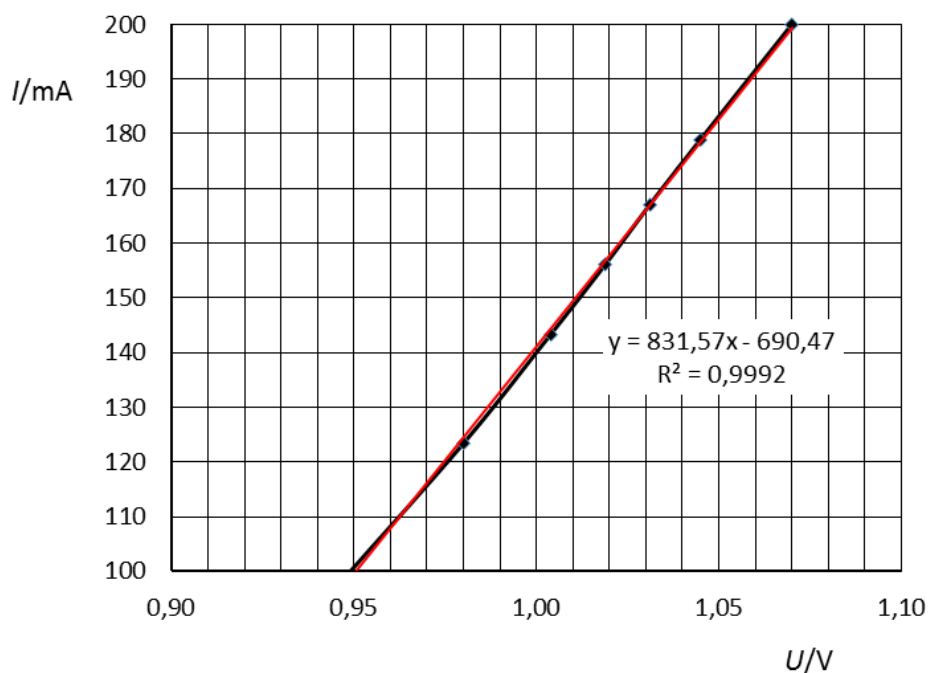


Graf 3



F) Z grafu 1 vidno, že charakteristiku možno považovať za lineárnu v intervale napätia $U > 0,95$ V. Pre namerané hodnoty z tohto intervalu zostrojíme graf 4.

Graf 4



Z grafu určíme veličiny priamky $I = C + D U$

$$C \approx -690 \text{ mA}, D \approx 832 \text{ mS}$$

$$U_p \approx 0,829 \text{ V} \quad \text{a} \quad R_d \approx 1,22 \Omega.$$

57. ročník Fyzikálnej olympiády – Experimentálna úloha celoštátneho kola kategórie A

Autor návrhu úlohy: Igor Kmeť

Recenzia a úprava: Daniel Klivanec, Ľubomír Mucha

Redakcia: Ivo Čáp

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2016