

## Obliczenia

### Przyrządy pomiarowe

Amperomierz	miernik M-3900
Woltomierz	miernik M-3890 D

miernik M-3900, pomiar natężenia prądu DC		
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
20 $\mu$ A	10 nA	$\pm 2.0\% + 5$ dgts
200 $\mu$ A	0.1 $\mu$ A	$\pm 0.8\% + 1$ dgts
2mA	1 $\mu$ A	$\pm 0.8\% + 1$ dgts
20mA	10 $\mu$ A	$\pm 0.5\% + 5$ dgts
200mA	100 $\mu$ A	$\pm 0.8\% + 5$ dgts
2 A	1 mA	$\pm 1.2\% + 1$ dgts
10A	10 mA	$\pm 2.0\% + 5$ dgts

miernik M-3890 D, pomiar napięcia DC		
Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
400mV	0.1 mV	$\pm 0.5\% + 2$ dgts
4V do 1000V	0.2 mV	$\pm 0.8\% + 2$ dgts

Pomiary w kierunku przewodzenia bez oświetlenia:

$I$ , mA	$U$ , V	$u_b(I)$ , mA	$u_b(U)$ , V
0.00093	0.290	0.000039606	0.00095118
0.00192	0.311	0.000051037	0.00101267
0.00393	0.331	0.000074247	0.00107127
0.00776	0.350	0.000118472	0.00112669
0.01658	0.372	0.000220317	0.00118818
0.0323	0.390	0.000206922	0.00295603
0.0638	0.409	0.000352415	0.00304379
0.1272	0.429	0.000645247	0.00313616
0.251	0.449	0.001736670	0.00322854
0.512	0.471	0.002942177	0.00333015
1.071	0.495	0.005524087	0.00344100
2.10	0.520	0.034929691	0.00355647
4.03	0.548	0.040501121	0.00368580

Pomiary w kierunku zaporowym bez oświetlenia:

$I$ , mA	$U$ , V	$u_b(I)$ , mA	$u_b(U)$ , V
-0.00010	-0.962	0.0000300222	0.00559798
-0.00019	-1.847	0.0000310614	0.00968562
-0.00030	-2.928	0.0000323316	0.01467855
-0.00038	-3.832	0.0000332554	0.01885395
-0.00048	-4.40	0.0000344101	0.03186973
-0.00060	-5.43	0.0000357957	0.03662710
-0.00065	-5.97	0.0000363731	0.03912125

Pomiary w kierunku przewodzenia dla dodatnich napięć i dodatnich prądów, żarówka 230V, 20 cm

$I$ , mA	$U$ , V	$u_b(I)$ , mA	$u_b(U)$ , V
0.00010	0.3775	0.000030	0.00120521
0.00109	0.3786	0.000041	0.00120839
0.00194	0.3797	0.000051	0.00121156
0.01017	0.3897	0.000146	0.00124043
0.0201	0.398	0.000151	0.00299298
0.0400	0.410	0.000242	0.00304840
0.1008	0.430	0.000523	0.00314078
0.191	0.446	0.001460	0.00321468
0.394	0.466	0.002397	0.00330706
0.793	0.487	0.004240	0.00340405
2.00	0.52	0.006351	0.00355647
4.15	0.55	0.012557	0.00369504

Pomiary w kierunku przewodzenia dla dodatnich napięć i ujemnych prądów, żarówka 230V, 20 cm

$I$ , mA	$U$ , V	$u_b(I)$ , mA	$u_b(U)$ , V
-0.00100	0.3712	0.00004	0.00118703
-0.00214	0.3690	0.00005	0.00118068
-0.00402	0.3648	0.00008	0.00116855
-0.00584	0.3601	0.00010	0.00115498
-0.00821	0.3528	0.00012	0.00113391
-0.01203	0.3345	0.00017	0.00108108
-0.01641	0.1919	0.00022	0.00066943

Pomiary w kierunku zaporowym, żarówka 230V, 20 cm od fotodiody

$I$ , mA	$U$ , V	$u_b(I)$ , mA	$u_b(U)$ , V
-0.01632	0.1641	0.000217	0.00058918
-0.01625	-0.0355	0.000217	0.00021794
-0.01651	-0.453	0.000220	0.00324701
-0.01645	-0.999	0.000219	0.00576888
-0.01644	-1.486	0.000219	0.00801824
-0.01658	-1.83	0.00022	0.00960710

Pomiary w kierunku przewodzenia dla dodatnich napięć i dodatnich prądów, żarówka 230V, 25 cm

$I, \text{mA}$	$U, \text{V}$	$u_b(I), \text{mA}$	$u_b(U), \text{V}$
0.00142	0.3610	0.00005	0.00115758
0.00206	0.3620	0.00005	0.00116047
0.00500	0.3689	0.00009	0.00118039
0.01035	0.3738	0.00015	0.00119453
0.0213	0.3843	0.00183	0.00122484
0.0511	0.402	0.00191	0.00301145
0.1013	0.418	0.00199	0.00308535
0.255	0.442	0.00271	0.00319621
0.472	0.461	0.00285	0.00328396
1.11	0.491	0.00293	0.00342253
2.15	0.510	0.03034	0.00351028
4.33	0.541	0.03043	0.00365347

Pomiary w kierunku przewodzenia dla dodatnich napięć i ujemnych prądów, żarówka 230V, 25 cm

$I, \text{mA}$	$U, \text{V}$	$u_b(I), \text{mA}$	$u_b(U), \text{V}$
-0.00101	0.3520	0.00004	0.00113160
-0.00211	0.3494	0.00005	0.00112410
-0.00454	0.3424	0.00008	0.00110389
-0.00962	0.3162	0.00014	0.00102826
-0.01190	0.2830	0.00017	0.00093242
-0.01295	0.1306	0.00018	0.00049247
-0.00101	0.3520	0.00004	0.00113160

Pomiary w kierunku zaporowym, żarówka 230V, 25 cm

$I, \text{mA}$	$U, \text{V}$	$u_b(I), \text{mA}$	$u_b(U), \text{V}$
-0.01300	-0.0482	0.000179	0.00025461
-0.01305	-0.497	0.000180	0.00345024
-0.01312	-0.995	0.000180	0.00575040
-0.01322	-1.433	0.000182	0.00777344
-0.0133	-1.849	0.000182	0.00969486

Pomiary w kierunku przewodzenia dla dodatnich napięć i dodatnich prądów, żarówka 230V, 30 cm

$I, \text{mA}$	$U, \text{V}$	$u_b(I), \text{mA}$	$u_b(U), \text{V}$
0.00106	0.3505	0.00004	0.00112727
0.00218	0.3530	0.00005	0.00113449
0.00411	0.3571	0.00008	0.00114632
0.00834	0.3642	0.00013	0.00116682
0.0202	0.3779	0.00015	0.00120637
0.0409	0.392	0.00025	0.00296527
0.100	0.414	0.00052	0.00306688
0.228	0.436	0.00163	0.00316849
0.541	0.462	0.00308	0.00328858
1.058	0.484	0.00546	0.00339020
2.250	0.512	0.03536	0.00351952
3.670	0.534	0.03946	0.00362114

Pomiary w kierunku przewodzenia dla dodatnich napięć i ujemnych prądów, żarówka 230V, 30 cm od fotodiody

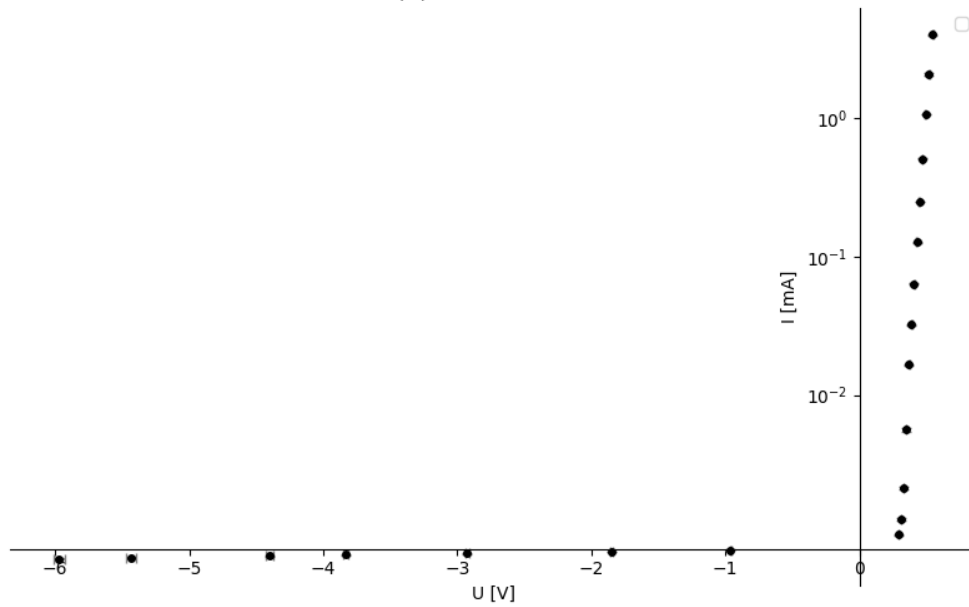
$I, \text{mA}$	$U, \text{V}$	$u_b(I), \text{mA}$	$u_b(U), \text{V}$
-0.00081	0.3452	0.00004	0.00111197
-0.00193	0.3417	0.00005	0.00110187
-0.00373	0.3350	0.00007	0.00108253
-0.00779	0.3080	0.00012	0.00100458
-0.01000	0.2523	0.00014	0.00084379
-0.01036	0.1045	0.00015	0.00041713
-0.00081	0.3452	0.00004	0.00111197

Pomiary w kierunku zaporowym, żarówka 230V, 30 cm

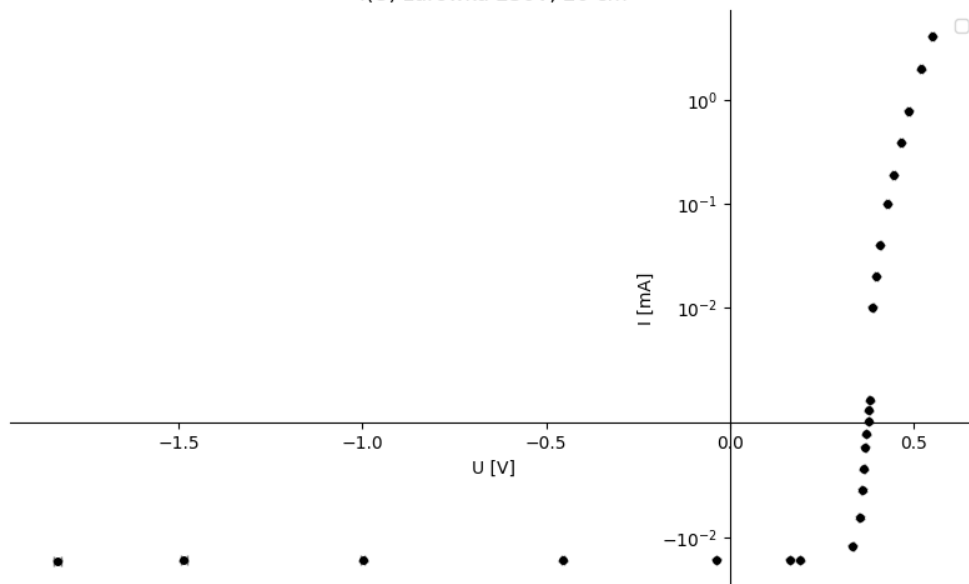
$I, \text{mA}$	$U, \text{V}$	$u_b(I), \text{mA}$	$u_b(U), \text{V}$
-0.01039	-0.0069	0.000149	0.00013538
-0.01044	-0.459	0.000149	0.00327473
-0.01052	-0.987	0.000150	0.00571345
-0.01058	-1.472	0.000151	0.00795357
-0.01062	-1,90	0.000151	0.00993042

## Charakterystyki prądowo-napięciowe

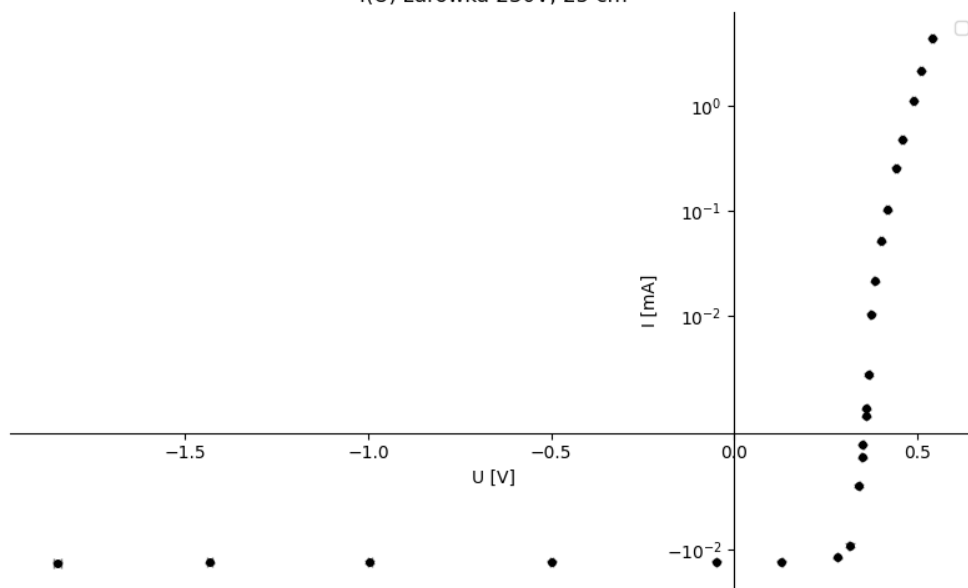
$I(U)$  bez oświetlenia



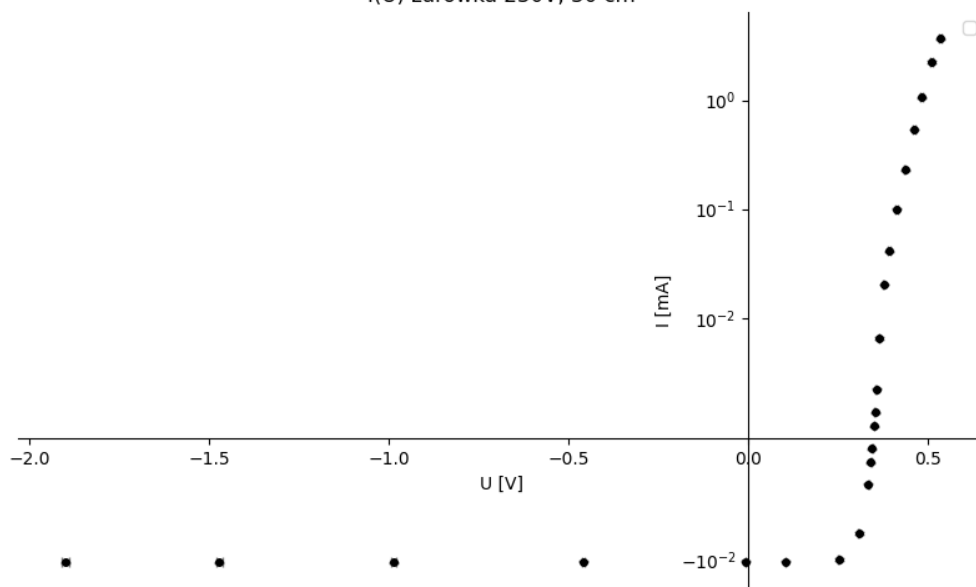
$I(U)$  żarówka 230V, 20 cm



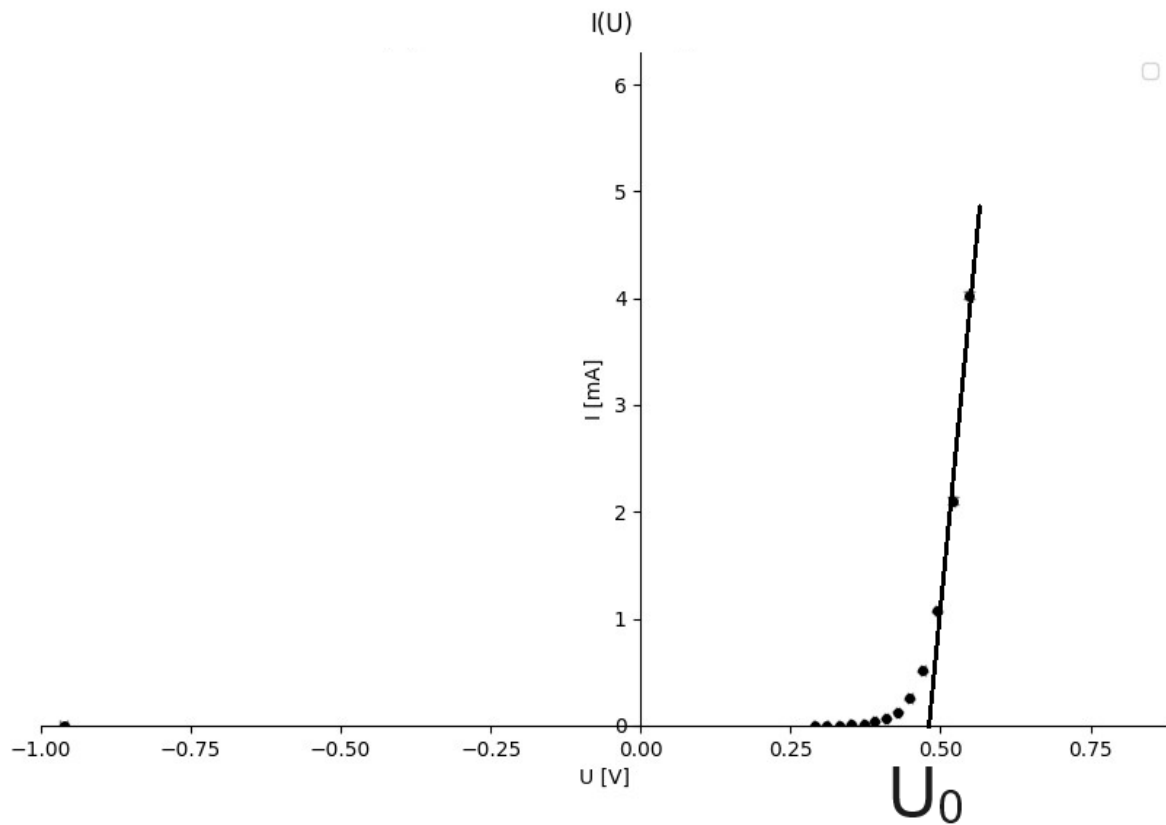
I(U) żarówka 230V, 25 cm



I(U) żarówka 230V, 30 cm



### Dopasowanie prostej regresji do wznoszącej się liniowej części wykresu



$$a = 56.09 \frac{\text{mA}}{\text{V}} = 56.09 \text{ mS}$$

$$u(a) = 7.98 \text{ mS} \approx 8.0 \text{ mS}$$

$$b = -26.82 \text{ mA}$$

$$u(b) = 4.16 \text{ mA} \approx 4.2 \text{ mA}$$

$$a = 561(80) \cdot 10^{-1} \text{ mS}$$

$$b = -268(42) \cdot 10^{-1} \text{ mA}$$

Prosta regresji:

$$I(U) = 56.09 \text{ mS} \cdot U - 26.82 \text{ mA}$$



### Wysokość bariery potencjału

$$0 = 56.09 \text{ mS} \cdot U_0 - 26.82 \text{ mA}$$

$$U_0 = -\frac{b}{a} = \frac{26.82 \text{ mA}}{56.09 \text{ mS}} \approx 0.478 \text{ V} = 478 \text{ mV}$$

Niepewność wysokości bariery potencjału z prawa propagacji niepewności

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial y}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2}$$

$$u_c(U_0) = \sqrt{\left( \frac{\partial U_0}{\partial a} \cdot u(a) \right)^2 + \left( \frac{\partial U_0}{\partial b} \cdot u(b) \right)^2} = \sqrt{\left( \frac{b}{a^2} \cdot u(a) \right)^2 + \left( -\frac{1}{a} \cdot u(b) \right)^2}$$

$$u_c(U_0) = 0.1006 \text{ V} = 100.6 \text{ mV}$$

$$U_0 = 48(10) \cdot 10 \text{ mV}$$

### Zestawienie wyników końcowych

prosta regresji liniowej	$I(U) = 56.09 \text{ mS} \cdot U - 26.82 \text{ mA}$
współczynnik kierunkowy	$a = 561(80) \cdot 10^{-1} \text{ mS}$
wyraz wolny	$b = -268(42) \cdot 10^{-1} \text{ mA}$
wysokość bariery potencjału	$U_0 = 48(10) \cdot 10 \text{ mV}$

### Wnioski

Na wyznaczonych charakterystykach widzimy, że fotodiody generuje prąd w kierunku zaporowym, gdy na jej powierzchnię pada światło. Prąd ten jest większy, jeżeli umieścimy żarówkę bliżej fotodiody. Przeprowadzony eksperyment dowodzi, że fotodiody można stosować do detekcji i pomiaru światła. Podczas eksperymentu należy uważać, żeby nie ustawić zbyt dużego napięcia w kierunku zaporowym, aby nie uszkodzić fotodiody.