

1 – Studium činnosti fotonásobiče

Úkoly

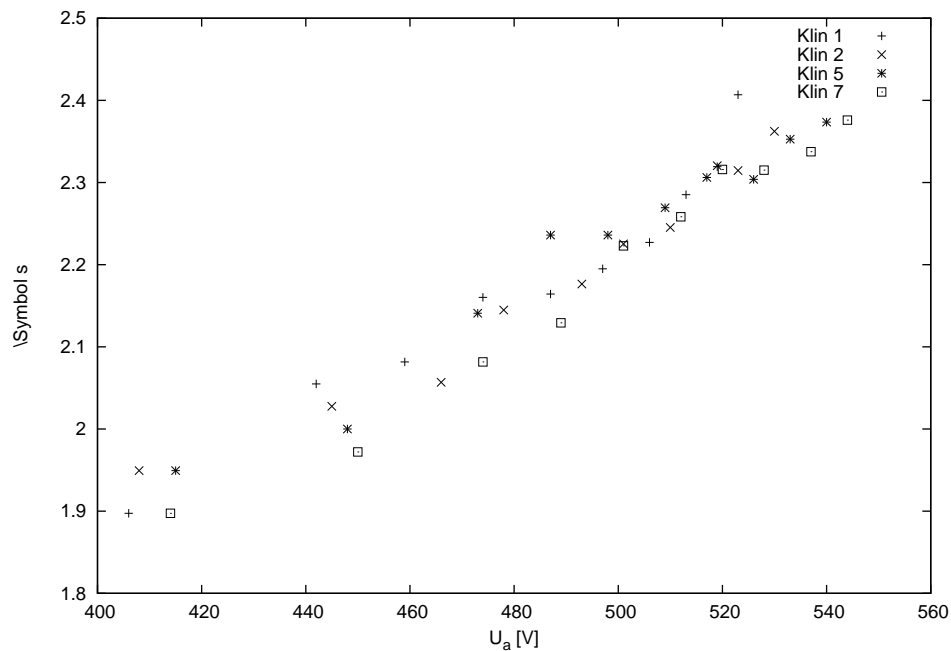
1. Stanovte závislost koeficientu sekundární emise na napětí mezi dynodami. Vyneste do grafu závislost $\ln(\frac{\sigma}{V}) = f(U_A)$. Ověřte, že koeficient sekundární emise σ nezávisí na intenzitě osvětlení fotokatody.
2. Stanovte a vyneste do grafu závislost integrální citlivosti fotonásobiče a zesílení fotonásobiče na anodovém napětí $S = f(U_A)$ a $M = f(U_A)$.
3. Prověřte vliv temného proudu na přesnost měření.

1. úkol

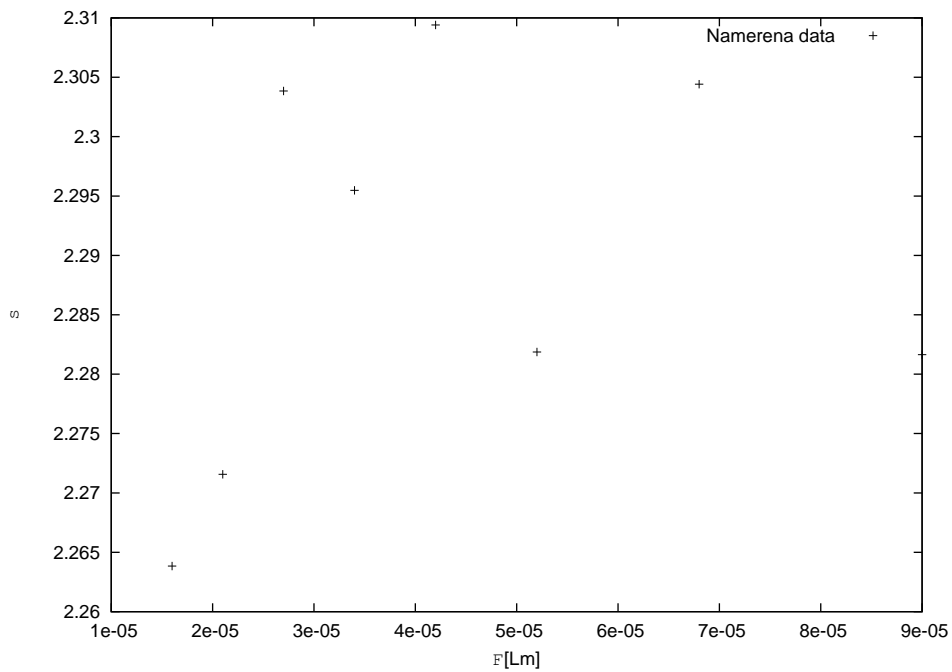
Závislost koeficientu sekundární emise σ jsem vynesla do následujícího grafu. V uvedené tabulce je uvedeno měření tohoto koeficientu pro konstantní napětí $U = 525V$. Výsledná hodnota pro toto napětí je $\sigma = 2,289 \pm 0,002$. Druhý graf ukazuje, že koeficient σ je nezávislý na intenzitě osvětlení fotokatody.

Tabulka 1: Koeficient sekundární emise pro $U = 525V$

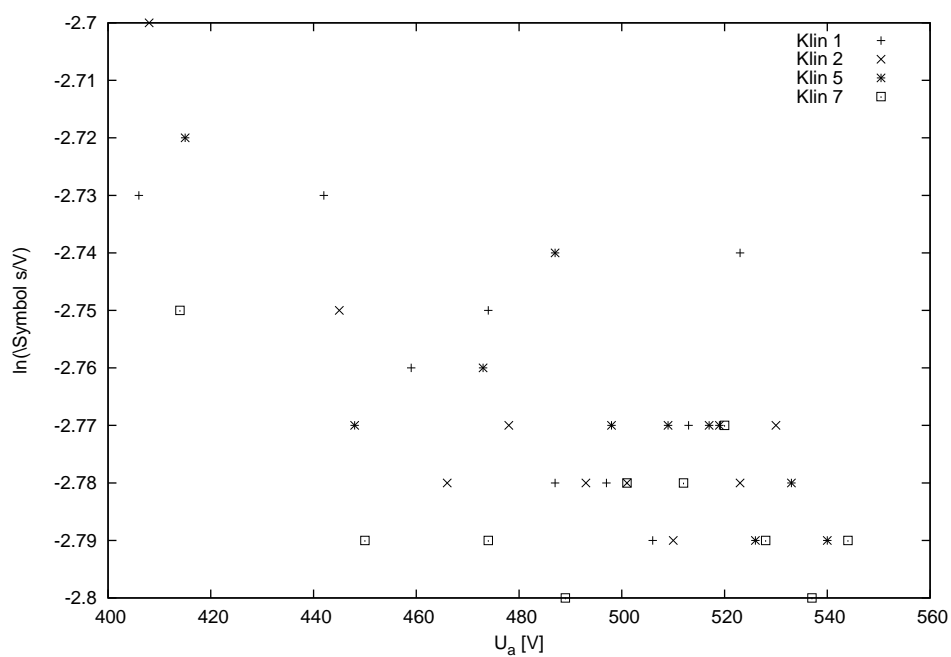
$\Phi[Lm]$	$I_A[\mu A]$	$I_{10}[\mu A]$	$I_{12}[\mu A]$	σ
0.000090	100	3.4	17.7	2.281640
0.000068	90	2.9	15.4	2.304419
0.000052	87	2.9	15.1	2.281863
0.000042	84	2.7	14.4	2.309401
0.000034	80	2.6	13.7	2.295481
0.000027	83	2.6	13.8	2.303843
0.000021	76	2.5	12.9	2.271563
0.000016	74	2.4	12.3	2.263846



Obrázek 1: Závislost σ na napětí mezi elektrodami



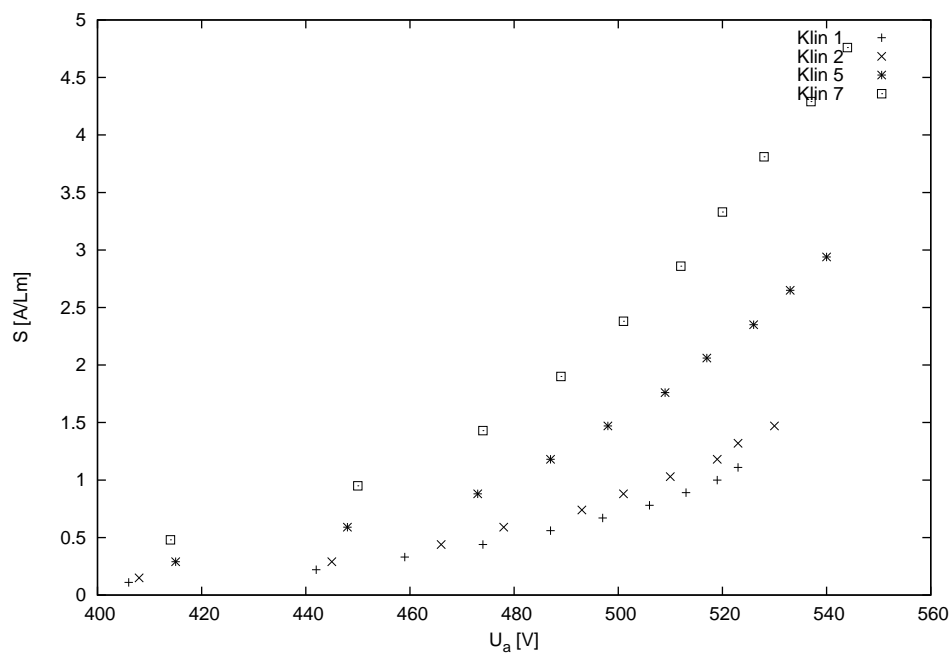
Obrázek 2: Závislost σ na světelném toku Φ



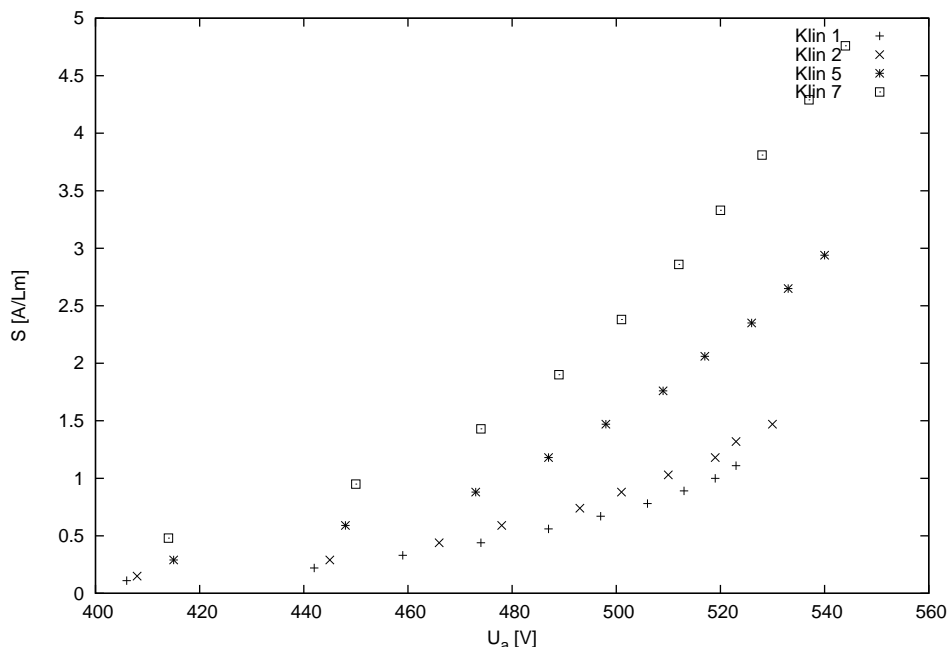
Obrázek 3: Graf závislosti $\ln(\frac{\sigma}{v}) = f(U_A)$

2. úkol

Jakožto zpracování druhého úkolu uvádím oba grafy. Příslušné numerické hodnoty jsou k nalezení na konci protokolu v sekci Tabulky hodnot. Vzorce, dle kterých jsem počítala jsou uvedeny ve skriptech k tomuto předmětu.



Obrázek 4: Závislost integrální citlivosti fotonásobiče S na anodovém napětí



Obrázek 5: Závislost zesílení fotonásobiče M na anodovém napětí

3. úkol

V poslední části praktika jsem měla zjistit, jaký vliv má na měření temný proud. Při měření jsem zjistila nulový nárůst napětí mezi dynodami, nemusím tedy provádět žádné korelace výsledků.

Závěr

V prvním úkolu jsem měla určit nezávislost koeficientu sekundární emise, σ na osvětlení fotokatody. Jak je vidět z obrázku 3, hodnoty pro jednotlivé klíny jsou značně promísené, tedy skutečně na osvětlení nezávisí. Závěr plyne ze vzorce $\ln(\frac{\sigma}{\sigma_0}) = konst. \cdot U_a$. Jak je vidět na tomto vzorci, pokud je σ nezávislá, všechny hodnoty leží na stejné lineární závislosti. Tedy z promísení jsem usoudila, že σ nezávisí na intenzitě osvětlení. Abych si tuto domněnku potvrdila, naměřila jsem proudy I_{10} a I_{12} při konstantním napětí $U_A = 252V$. Z grafu označeného názvem obrázek 1 jsem zjistila, že naměřené hodnoty σ nevykazují žádnou rozumnou závislost (při pokusu o fit se dostávám k více jak 100% chybám). V tabulce jsou pak uvedena jednotlivá měření, ze kterých jsem získala hodnotu koeficientu sekundární emise. Tato hodnota byla určena jako $2,289 \pm 0,002$ pro zmíněné konstantní napětí 525V.

V druhém úkolu jsem vynášela závislosti integrální citlivosti a zesílení fotonásobiče v závislosti na napětí. V tabulkách, které jsou uvedeny na konci protokolu v oddílu Tabulky hodnot jsou uvedeny i výpočty příslušných koeficientů k .

Poslední úkol se týkal pouze zjištění vlivu temného proudu. Změna proudu byla nulová, respektive minimální a neměřitelná, tedy jsem nemusela provádět žádné korekce mých údajů.

Tabulky hodnot

Tabulka 2: Tabulka pro $\Phi = 0.0009Lm$

$U_A[V]$	$I_A[\mu A]$	$I_{10}[\mu A]$	$I_{12}[\mu A]$	σ	$V[V]$	$\ln(\frac{\sigma}{\bar{V}})$	M	$S[A/Lm]$	$I_f[nA]$	$k[\mu A/Lm]$
523	100	2.9	16.8	37.36	-2.74	2.407	218967.2	1.11	0.46	5.07
519	90	2.9	15.6	37.07	-2.77	2.319	130342.6	1,00	0.69	7.67
513	80	2.7	14.1	36.64	-2.77	2.285	105922.3	0.89	0.76	8.39
506	70	2.5	12.4	36.14	-2.79	2.227	73853.6	0.78	0.95	10.53
497	60	2.2	10.6	35.5	-2.78	2.195	60281.3	0.67	1,00	11.06
487	50	1.9	8.9	34.79	-2.78	2.164	49482.9	0.56	1.01	11.23
474	40	1.5	7.0	33.86	-2.75	2.160	48200.1	0.44	0.83	9.22
459	30	1.2	5.2	32.79	-2.76	2.081	28691.6	0.33	1.05	11.62
442	20	0.9	3.8	31.57	-2.73	2.055	23921.5	0.22	0.84	9.29
406	10	0.5	1.8	29.0	-2.73	1.897	7836.4	0.11	1.28	14.18

Tabulka 3: Tabulka pro $\Phi = 0.00068Lm$

$U_A[V]$	$I_A[\mu A]$	$I_{10}[\mu A]$	$I_{12}[\mu A]$	σ	$V[V]$	$\ln(\frac{\sigma}{\bar{V}})$	M	$S[A/Lm]$	$I_f[nA]$	$k[\mu A/Lm]$
530	100	3.1	17.3	37.86	-2.77	2.36	168574.1	1.47	0.59	8.72
523	90	2.8	15.0	37.36	-2.78	2.31	126628.8	1.32	0.71	10.45
519	80	2.6	14.0	37.07	-2.77	2.32	131245.0	1.18	0.61	8.96
510	70	2.4	12.1	36.43	-2.79	2.25	82797.8	1.03	0.85	12.43
501	60	2.1	10.4	35.79	-2.78	2.23	73063.1	0.88	0.82	12.08
493	50	1.9	9.0	35.21	-2.78	2.17	53508.5	0.74	0.93	13.74
478	40	1.5	6.9	34.14	-2.77	2.14	43581.8	0.59	0.92	13.50
466	30	1.3	5.5	33.29	-2.78	2.06	24262.5	0.44	1.24	18.18
445	20	0.9	3.7	31.79	-2.75	2.04	19847.9	0.29	1.01	14.82
408	10	0.5	1.9	29.14	-2.70	1.95	11441.6	0.15	0.87	12.85

Tabulka 4: Tabulka pro $\Phi = 0.00034Lm$

$U_A[V]$	$I_A[\mu A]$	$I_{10}[\mu A]$	$I_{12}[\mu A]$	σ	$V[V]$	$\ln(\frac{\sigma}{V})$	M	$S[A/Lm]$	$I_f[nA]$	$k[\mu A/Lm]$
540	100	3.0	16.9	38.57	-2.79	2.37	180035.5	2.94	0.56	16.34
533	90	2.8	15.5	38.07	-2.78	2.35	159299.9	2.65	0.56	16.62
526	80	2.6	13.8	37.57	-2.79	2.30	118669.8	2.35	0.67	19.83
517	70	2.2	11.7	36.93	-2.77	2.31	120321.2	2.06	0.58	17.11
509	60	2.0	10.3	36.36	-2.77	2.27	96083.9	1.76	0.62	18.37
498	50	1.7	8.5	35.57	-2.77	2.24	78125.0	1.47	0.64	18.82
487	40	1.4	7.0	34.79	-2.74	2.24	78125.0	1.18	0.51	15.06
473	30	1.2	5.5	33.79	-2.76	2.14	42488.4	0.88	0.71	20.77
448	20	0.9	3.6	32.00	-2.77	2.00	16384.0	0.59	1.22	35.90
415	10	0.5	1.9	29.64	-2.72	1.95	11441.6	0.29	0.87	25.71

Tabulka 5: Tabulka pro $\Phi = 0.00021Lm$

$U_A[V]$	$I_A[\mu A]$	$I_{10}[\mu A]$	$I_{12}[\mu A]$	σ	$V[V]$	$\ln(\frac{\sigma}{V})$	M	$S[A/Lm]$	$I_f[nA]$	$k[\mu A/Lm]$
544	100	3.1	17.5	38.86	-2.79	2.38	182698.3	4.76	0.55	26.06
537	90	2.8	15.3	38.36	-2.80	2.34	145456.7	4.29	0.62	29.46
528	80	2.5	13.4	37.71	-2.79	2.32	127102.3	3.81	0.63	29.97
520	70	2.2	11.8	37.14	-2.77	2.32	127707.2	3.33	0.55	26.10
512	60	2.0	10.2	36.57	-2.78	2.26	89741.1	2.86	0.67	31.84
501	50	1.7	8.4	35.79	-2.78	2.22	71913.9	2.38	0.70	33.11
489	40	1.5	6.8	34.93	-2.80	2.13	39348.1	1.90	1.02	48.41
474	30	1.2	5.2	33.86	-2.79	2.08	28691.6	1.43	1.05	49.79
450	20	0.9	3.5	32.14	-2.79	1.97	13451.7	0.95	1.49	70.80
414	10	0.5	1.8	29.57	-2.75	1.90	7836.4	0.48	1.28	60.77