

Fyzikální praktikum 3 - úloha 4

Určení teploty elektrického oblouku spektrálními metodami

Teorie: K záření dochází díky přechodům elektronů mezi různými energetickými hladinami. Odtud tedy vyplývá, že záření, které detekujeme, nebude spojité, ale čárové.

Intenzitu spektrální čáry můžeme spočítat ze vztahu

$$I_{mn} = \frac{hc}{4\pi\lambda_{mn}} A_{mn} \frac{g_m}{\sigma} e^{-\frac{E_{mn}}{kT}},$$

kde indexy m, n označují příslušné energetické hladiny v obalu atomu, A_{mn} pravděpodobnost přechodu mezi hladinami, g_m statistickou váhu horního energetického stavu, E_{mn} excitační energii energetického stavu a σ stavovou sumu.

Měřením můžeme jen těžko zjistit absolutní intenzitu, proto se většinou zjišťuje intenzita relativní. Ta nám ale pro určení teploty postačuje, získáme ji pomocí vztahu

$$I_{mn} \sim \frac{A_{mn}g_{mn}}{\lambda_{mn}} e^{-\frac{E_m}{kT}} \Rightarrow \ln \frac{I_{mn}\lambda_{mn}}{A_{mn}g_m} = f(E_m).$$

Takto získáme přímkou, jejíž směrnice je $-\frac{1}{kT}$, a odtud teplotu získat je záležitostí jednoduché matematiky.

Popis měření: Nejdříve jsem si obkreslil spektrální čáry z již dříve získaného spektra. Poté jsem si z počítače vypsál intenzity pro čáry, jejichž seznam je uveden v návodu k této úloze. Z těchto údajů už mohu sestavit pyrometrickou přímkou a zjistit teplotu.

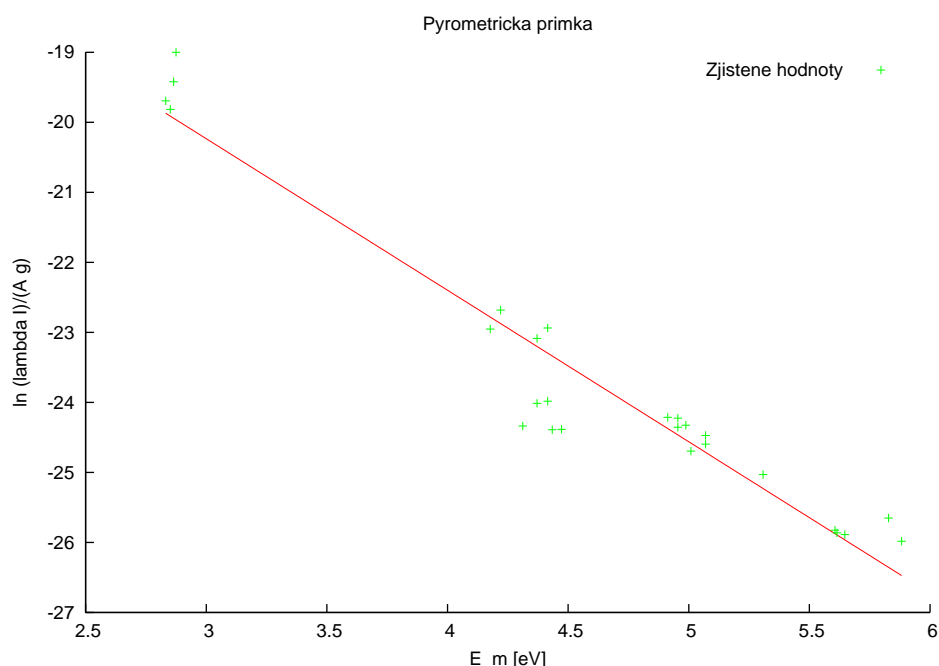
Závěr: I když podle návodu to tak zdaleka nevypadalo, v této úloze se nic neměřilo, jen se přepisovaly již dříve získané údaje. Chyby zde vznikly při odečítání z počítače, protože naměřené spektrum nebylo přesně čárové. Projevoval se také vliv přirozeného pozadí a dalších jevů, které mají za následek rozostření čáry. Přesnější výsledek by se získal integrací celé čáry. Rozostření vzniklo s největší pravděpodobností již během měření, a to díky tepelnému záření.

List s překresleným spektrem je přiložen.

Zjištěné údaje, graf pyrometrické přímkou a určená teplota jsou na druhé straně.

Zjištěné údaje:

$\lambda_{mn}(nm)$	$E_m(eV)$	$A_{mn}g_m(10^8 s^{-1})$	I_{mn}	Pozadí	$\ln \frac{I_{mn}\lambda_{mn}}{A_{mn}g_m}$
429,413	4,371	0,71	15896	321	-23,1
492,924	5,308	5,2	16675	393	-25,0
430,791	4,434	5,9	35409	405	-24,4
431,509	5,07	1,5	8401	217	-24,5
432,576	4,473	6,1	36505	248	-24,4
433,705	4,415	0,23	5979	189	-22,9
435,274	5,07	1,0	5014	235	-24,6
436,977	5,882	2,2	2850	232	-26,0
437,593	2,832	0,0094	6292	274	-19,7
438,357	4,312	7,7	47657	335	-24,3
440,475	4,371	4,4	37464	232	-24,0
441,512	4,415	2,8	24588	225	-24,0
442,731	2,851	0,0099	5794	245	-19,8
444,234	4,988	1,1	6970	218	-24,3
444,320	5,647	1,9	2664	218	-25,9
444,772	5,009	1,1	4878	219	-24,7
445,912	4,955	1,0	6252	317	-24,4
446,165	2,865	0,0052	4564	275	-19,4
446,655	5,606	5,3	7460	241	-25,8
447,602	5,614	5,4	7287	213	-25,9
448,217	2,875	0,0053	6841	220	-19,0
449,457	4,955	1,22	8394	210	-24,2
452,862	4,913	1,8	12253	130	-24,2
453,115	4,220	0,076	2498	130	-22,7
460,294	4,177	0,088	2229	170	-23,0
473,678	5,828	2,5	3993	169	-25,7



Směrnice: $-\frac{e}{kT} = -2,1643 \pm 0,1205 \Rightarrow T = (5400 \pm 300)K$.