

Datum: 17.3.2005

Vypracoval: Tomáš Henych

Název: Určení teploty elektrického oblouku spektrálními metodami

Úkol:

1. Určete intenzitu spektrálních čar  $I_{mn}$  emitovaných parami materiálu elektrod v obloukovém výboji.
2. Ze závislosti  $\ln(I_{mn} \cdot \lambda_{mn} / A_{mn} \cdot g_m) = f(E_m)$  (tj. ze sklonu pyrometrické přímky) určete teplotu oblouku.

Teorie úlohy:

Pokud látku zahřejeme na dostatečně vysokou teplotu, bude vyzařovat elektromagnetické záření. Část z něj leží ve viditelné oblasti spektra do 400 do 600 nm. Spontánními nebo stimulovanými přechody elektronů z vyšších na nižší energetické hladiny dochází k vyzařování energetických kvant. Ve spektru atomu takové látky se objeví spektrální čáry, které odpovídají přechodu elektronu mezi

dvěma energetickými hladinami. Pro relativní intenzitu spektrální čáry platí:  $I_{mn} \sim \frac{A_{mn} g_m}{\lambda_{mn}} e^{\frac{-E_m}{kT}}$ , kde

$A_{mn}$  je hodnota pravděpodobnosti přechodu z m-té na n-tou hladinu,  $g_m$  statistická váha horního energetického stavu,  $\lambda_{mn}$  je vlnová délka spektrální čáry,  $E_m$  pak excitační energie horní hladiny,  $k$  je Boltzmannova konstanta a konečně  $T$  je absolutní teplota zářící látky při termodynamické

rovnováze. Pokud sestrojíme graf  $y = \ln\left(\frac{\lambda_{mn} I_{mn}}{A_{mn} g_m}\right) = f(E_m)$ , dostaneme přímku se směrnici

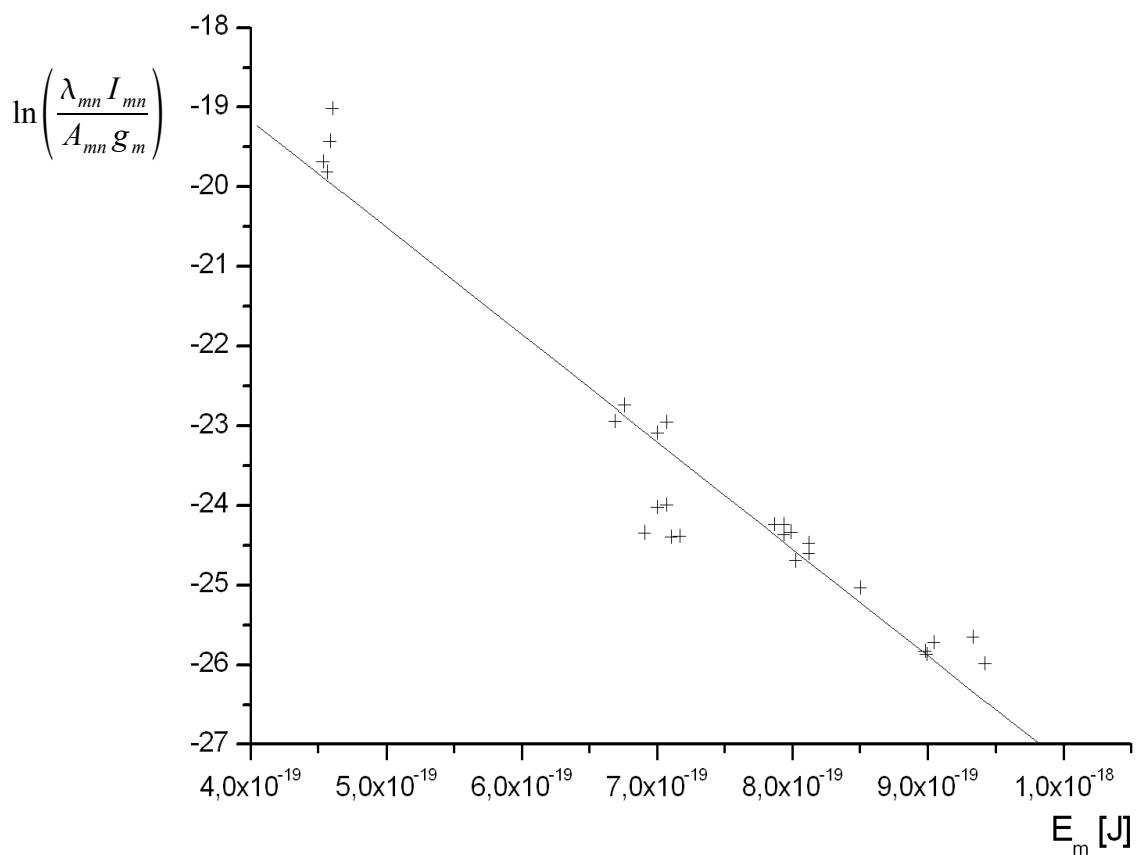
$\text{tg } \alpha = \frac{-1}{kT}$ , z níž určíme teplotu zářící látky  $T$ . Hodnoty vlnových délek spektrálních čar a jejich

relativních intenzit odečítáme ze spektra pořízeného spektrometrem, zaznamenaného CCD maticí a uloženého do datového souboru. Hodnota pravděpodobnosti přechodu z m-té na n-tou hladinu a statistická váha horního energetického stavu jsou tabelovány.

Další část úkolu spočívá v nalezení a zakreslení výrazných čar spektra pořízeného na fotografickou desku. K jejich identifikaci slouží katalog spektrálních čar.

Výsledky:

$\frac{\lambda}{nm}$	$\frac{E_m}{eV}$	$\frac{A_m g_m \cdot 10^8}{s^{-1}}$	$I_{pik}$	$I_{pozadí}$	$\Delta I$
429,413	4,371	0,7100	15896,1	307,9	15588,3
429,924	5,308	5,2000	16676,0	383,2	16292,8
430,791	4,434	5,9000	35409,0	523,0	34886,1
431,509	5,070	1,5000	8401,0	232,6	8168,5
432,576	4,473	6,1000	36505,5	232,6	36272,9
433,705	4,415	0,2300	5978,8	232,6	5746,2
435,274	5,070	1,0000	5014,0	243,6	4770,4
436,977	5,882	2,2000	2849,8	231,3	2618,5
437,593	2,832	0,0094	6291,7	231,3	6060,5
438,357	4,312	7,7000	47656,6	375,0	47281,6
440,475	4,371	4,4000	37465,0	432,4	37032,6
441,512	4,415	2,8000	24588,6	281,8	24306,8
442,731	2,851	0,0099	5794,6	249,5	5545,1
444,234	4,988	1,1000	6970,5	242,0	6728,4
444,320	5,647	1,9000	3129,7	242,0	2887,6
444,772	5,009	1,1000	4878,2	206,3	4671,9
445,912	4,955	1,0000	6252,0	340,3	5911,7
446,165	2,865	0,0052	4561,3	293,9	4267,4
446,655	5,606	5,3000	7460,7	274,2	7186,5
447,602	5,614	5,4000	7287,9	215,4	7072,5
448,217	2,875	0,0053	6841,2	329,0	6512,2
449,457	4,955	1,2200	8394,4	303,4	8091,0
452,862	4,913	1,8000	12253,7	350,9	11902,8
453,115	4,220	0,0760	2498,7	266,4	2232,3
460,294	4,177	0,0880	2229,8	146,7	2083,1
473,678	5,828	2,5000	3993,6	166,7	3826,9



Graf 1: Pyrometrická přímka

*Graf 1* ukazuje tzv. pyrometrickou přímku, tedy závislost  $\ln(I_{mn} \cdot \lambda_{mn} / A_{mn} \cdot g_{mn}) = f(E_m)$ , z jejíž směrnice určíme teplotu zářící látky.

$$\begin{array}{l} \text{směrnice pyrometrické přímky} \quad \tilde{k} = (-1,345 \pm 0,076) \cdot 10^{19} \text{ J}^{-1} \\ \text{teplota zářící látky} \quad T = (5400 \pm 302) \text{ K} \end{array}$$

*Pozn.:* Na přiloženém listu papíru je zakres spektrálních čar z fotografické desky (druhá část úkolu). Jejich tloušťka odpovídá jejich relativní intenzitě.

Závěr:

Teplota obloukového výboje byla určena s chybou 5,6%. Hodnoty byly odečítány z již pořízených dat a tak chyba mohla být způsobena při odečítání změřených hodnot. Je také možné, že teplota oblouku se s časem poněkud měnila.