

Petr Novotný

Úloha č. 4

Určení teploty elektrického oblouku spektrálními metodami

Látky zahřáté na dostatečně vysokou teplotu vyzařují podle Planckova zákona elektromagnetické záření jako „šedá tělesa“, která jsou svými vlastnostmi blízka „absolutně černým tělesům“. Část záření je identifikovatelná i ve viditelné oblasti vlnových délek, tj. $\lambda = 400 - 600$ nm, většina energie je však vyzařena v infračervené nebo ultrafialové oblasti vlnových délek. K vyzařování kvant energie $h\nu = hc/\lambda$ dochází vlivem spontánních nebo stimulovaných přechodů elektronů z vyšších energetických hladin na hladiny nižší. Ve spektru atomu takové látky se ovšem objeví více spektrálních čar, kdy každá z nich odpovídá přechodu elektronu mezi dvěma přesně definovanými energetickými hladinami.

Pro relativní intenzitu spektrální čáry vlnové délky λ_{mn} , která vzniká přechodem elektronu z m -té horní hladiny na n -tou dolní hladinu, platí

$$I_{mn} \approx \frac{A_{mn}g_m}{\lambda_m} \exp\left(-\frac{E_m}{kT}\right)$$

po upravení a zlogarování

$$\ln\left(\frac{I_{mn}\lambda_m}{A_{mn}g_m}\right) \approx \left(-\frac{E_m}{kT}\right)$$

kde E_m je excitační energie horní hladiny, A_{mn} je pravděpodobnost přechodu z m -té hladiny na n -tou, g_m je statistická váha horního energetického stavu a k je Boltzmannova konstanta

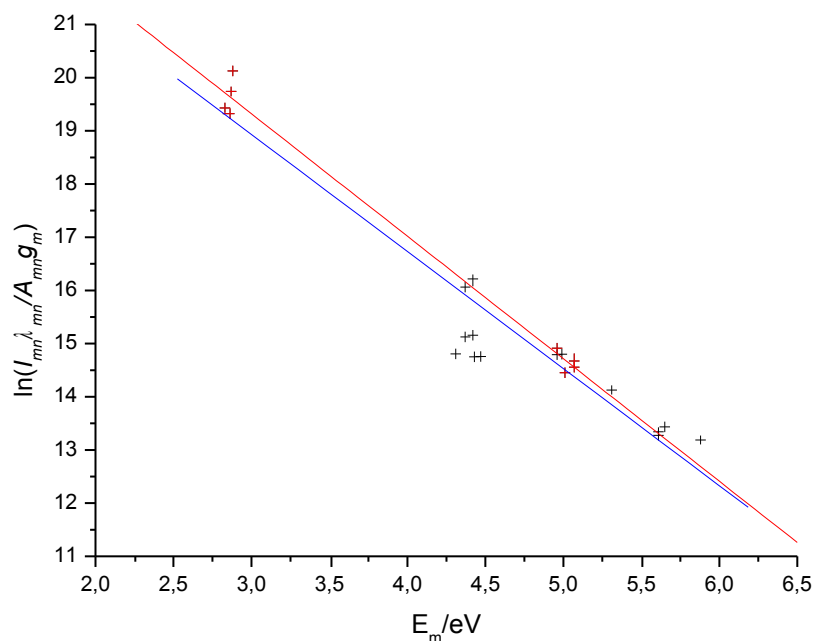
Pro vlnové délky uvedené v tabulce níže najdeme relativní intenzitu spektrální čáry. Z naměřených hodnot a tabulkových hodnot E_m a součinu $A_{mn}g_m$ sestrojíme graf závislosti:

$$\ln\left(\frac{I_{mn}\lambda_m}{A_{mn}g_m}\right) = f(E_m)$$

Směrnice grafu této funkce bude odpovídat $-1/kT$

$\lambda_{mn}[nm]$	I_{mn}	$E_m[eV]$	$A_{mn}g_m[10^8s^{-1}]$	$\ln(I_{mn}\lambda_{mn}/A_{mn}g_m)$
429,413	15648,45	4,371	0,71	16,063
429,924	16319,19	5,308	5,2	14,115
430,791	34938,00	4,434	5,9	14,752
431,509	8182,83	5,070	1,5	14,672
432,576	36167,47	4,473	6,1	14,757
433,705	5619,52	4,415	0,23	16,176
435,274	4821,65	5,070	1,0	14,557
436,977	2622,56	5,882	2,2	13,163
437,593	5901,20	2,832	0,0094	19,431
438,357	47227,38	4,312	7,7	14,805
440,475	37003,95	4,371	4,4	15,125
441,512	24234,17	4,415	2,8	15,156
442,731	5508,42	2,851	0,0099	19,322

$\lambda_{mn}[nm]$	I_{mn}	$E_m[eV]$	$A_{mn}g_m[10^8s^{-1}]$	$\ln(I_{mn}\lambda_{mn}/A_{mn}g_m)$
444,234	6631,17	4,988	1,1	14,801
444,320	2917,70	5,647	1,9	13,433
444,772	4668,35	5,009	1,1	14,451
445,912	5950,22	4,955	1,0	14,791
446,165	4321,48	2,865	0,0052	19,731
446,655	7199,20	5,606	5,3	13,316
447,602	7029,70	5,614	5,4	13,275
448,217	6505,90	2,875	0,0053	20,126
449,457	8140,02	4,955	1,22	14,914



Modrá přímka prokládá všechny hodnoty.

Červená přímka prokládá hodnoty vyznačené v tabulce a v grafu červeně.

Směrnice modré přímky má hodnotu $-2,2e^{-1}V^{-1} = -1,37 \cdot 10^{19} J^{-1} = -1/kT$

Odtud získáme teplotu $T = 5772,8K$

Směrnice červené přímky má hodnotu $-2,3e^{-1}V^{-1} = -1,44 \cdot 10^{19} J^{-1} = -1/kT$

Odtud získáme teplotu $T = 5041,0K$