

Balmerova séria vodíka

Adam Hložný, Marek Koščo, Matej Oravec
Gymnázium, Varšavská cesta 1, Žilina
a.hlozny@gmail.com, marek.kosco@gmail.com,
matoravec@gmail.com

Abstrakt:

Cieľom nášho projektu bolo skúmanie spektrálnych čiar prvkov, cez ktoré prechádza elektrický prúd (elektróny). Konkrétne sme sa zaoberali spektrálnymi čiarami vodíka a ortuti. Pomocou týchto nameraných veličín sme mohli odvodiť grafy a dokázať platnosť vzťahov pre balmerovu sériu.

1 Úvod

Balmerova séria je séria spektrálnych čiar v spektre atómov vodíka, ktorá vznikajú pri prechode elektrónov medzi druhou energetickou hladinou a vyššími hladinami. Keď atómu vodíka dodáme energiu, tak prechádza do vzbudenej formy, pričom má tendenciu deexcitovať a pri tejto fáze vyžaruje fotóny v určitých vlnových dĺžkach, ktoré sme my následne schopní pozorovať vďaka lomu svetla na hranole zo skla s vysokým indexom lomu, kde sa fotóny s rozličnými vlnovými dĺžkami lámu pod rôznymi uhlami. Tieto uhly vieme merať s presnosťou na jednu uhlovú sekundu vďaka goniometro-spektrometru.

Prvé štyri čiary Balmerovej série ležia vo viditeľnej oblasti spektra, ďalšie čiary série sú v ultrafialovej oblasti spektra. Všetky čiary Balmerovej série sa čoraz viac zhŕňujú k hrane Balmerovej série, ktorá má vlnovú dĺžku 364,6 nm.

Balmerova séria je pomenovaná po J. J. Balmerovi (1825 – 1898), ktorý zistil, že jej spektrálne čiary tvoria jednu sériu.

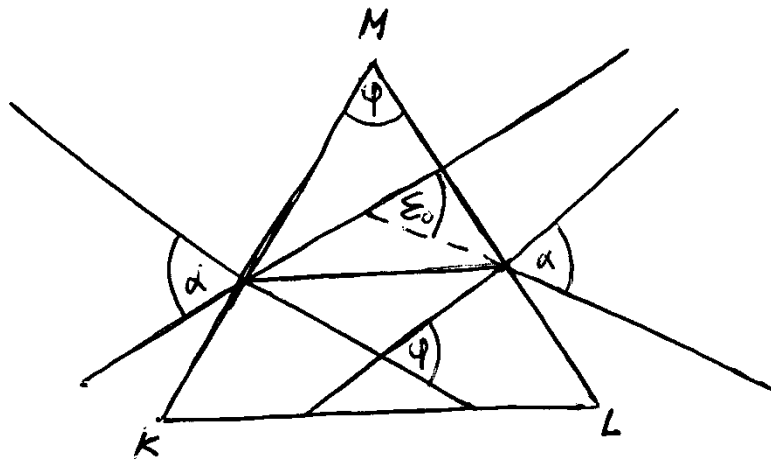
2 Experiment

2.1 Disperzný uhol

Sprvu bolo potrebné určiť disperzný uhol hranolu, cez ktorý sme lámali svetlo. Hranol sme položili na stolík goniometro-spektrometru medzi ďalekohľad a kolimátor tak, že uhol potrebný zmerať sa nachádzal v oblasti lomu. Svetlo vyžarované z kolimátora sa cez tento uhol lámalo a dopadalo do oblasti ďalekohľadu. Keď sme teda zarovnali mušku ďalekohľadu a stred nitkového kríža premietaného kolimátorom, mohli sme pomocou odčítania mierky v mikroskopovej časti goniometro-spektrometra presne určiť uhol φ (1), vďaka ktorému sme podľa vzorca odvodeného z goniometrických vzťahov v trojuholníku (obr.1) vypočítali relatívny index lomu hranolu (2) v závislosti od uhlu disperzie spektrálnej čiary.

$$\varphi = \frac{|d_1 - d_2|}{2} \quad (1)$$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\varepsilon_0 + \varphi}{2}\right)}{\sin(\varphi/2)} \quad (2)$$



Obr. 1

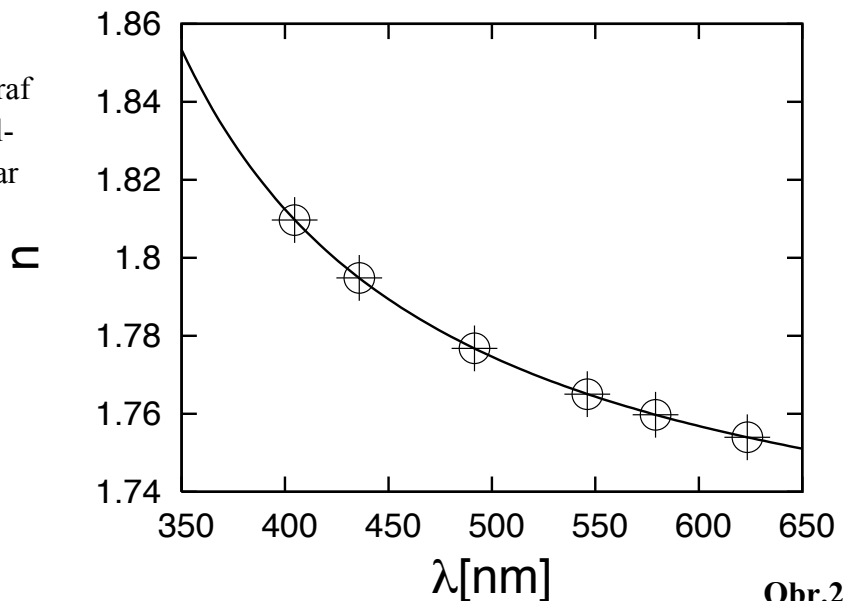
2.2 Meranie

Na výpočet vlnových dĺžok jednotlivých spektrier sme využili disperzný vzťah.

$$\lambda = \frac{b}{n - a} + c \quad (3)$$

Výsledky sme následne fitovali metódou najmenších štvorcov.

Na obr. 2 je možné vidieť graf závislosti indexu lomu od vlnovej dĺžky spektrálnych čiar



Obr.2

Rovnaký postup bol zvolený aj v prípade vodíka až na to, že pozorovateľné boli iba tri zo štyroch hlavných spektrálnych čiar. (H_α , H_β , H_γ). Bola pozorovateľá aj H_δ , ale veľmi nevýrazne, vzhľadom na to, že má malé zastúpenie v celkovom žiarení. Žiarenie malo pôvod vo vodíkovej výbojke, ktorá mala navonok ružové svetlo. V tabuľke môžete vidieť porovnanie nami nameraných hodnôt s tabuľkovými (hodnoty sú uvádzané v nm).

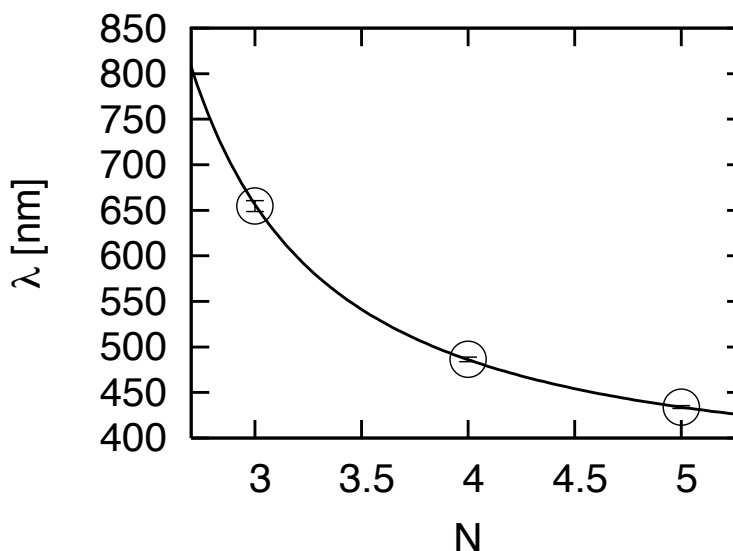
Farba spektr. svetla	Nameraná hodnota	Tabuľková hodnota
Červená	654,5692	656,2785
Tyrkysová	486,3423	486,1327
Fialová	433,9243	434,0466

Pre vyjadrenie vlnovej dĺžky svetla (vyžiareného pri prechode elektrónov látkou), ktorá je závislá od energetickej hladiny, použijeme vzťah, ktorý nám dáva do závislosti energetickejšiu hladinu a vlnovú dĺžku. (4)

$$\lambda(n) = \frac{1}{R} \left(\frac{4N^2}{N^2 - 4} \right) \quad (4)$$

Fitovaním dát z tabuľky funkciou (4) dostávame pre Rydberghovú konštantu $10\,974\,100 \pm 634 \text{ m}^{-1}$ (tabuľková hodnota $10\,973\,731 \text{ m}^{-1}$).

Na obr.3 môžete vidieť graf závislosti vlnovej dĺžky spektrálnych čiar od hlavného kvantového čísla hladiny, z ktorej sa elektrón premiestňuje.



Obr.3

3 Zhrnutie

Spoznali sme pre nás nový prístroj – goniometer-spektrometer, pochopili sme jeho mechanizmus a naučili sme sa, na čo ho využívať pri meraní rôznych údajov pri lámaní svetla. Naše namerané hodnoty sa od tabuľkových líšili minimálne.

4 Pod'akovanie

Naša vďaka patrí nám pridelenému supervízorovi Ing. Davidovi Tlustému ako aj FJFI ČVUT za poskytnutie priestorov, materiálu, techniky a organizáciu Týždňa vedy.

Referencie:

[1] KF: Návod ke goniometru: Přesný goniometr-spektrometr S Go 1.1

URL: <http://fyzport.fjfi.cvut.cz/Hardware/Goniometr/goniometr.pdf> - verze z 14.2.2011

[2] http://sk.wikipedia.org/wiki/Balmerova_s%C3%A9ria