

University of South Bohemia

Faculty of Science



Praktika IV

Určení Rydbergovi konstanty

Datum: 18.10.2023
Jmeno: Martin Skok
Obor: Fyzika
Hodnoceni:

1 Úkoly

- Okalibrujte spektograf pomocí sodíkové lampy
- Změřte vlnové délky čar Balmerovy série vodíku/deuteria
- Vypočtete Rydbergovu konstantu a z ní vypočtete Planckovu konstantu

2 Seznam pomůcek

Spektrometr, držák s optickou mřížkou/hranolem, sodíková lampa, zdroj sodíkové lampy, vodíková spektrální trubice, lampička na přisvícení.

3 Teorie

Rydbergova konstanta je fyzikální konstanta pojmenovaná po švédském fyzikovi Johannesu Rydbergovi. Představuje nejvyšší možný vlnčet (převrácená hodnota vlnové délky) elektromagnetického záření, které může vyzářit nejjednodušší atom – atom vodíku – v limitě nekonečné hmotnosti jádra.

V tomto měření chceme najít Rydbergovu konstantu z Balmerovi série.

Balmerova série je série spektrálních čar (Balmerovy čáry) ve spektru atomů vodíku, které vznikají při přechodu elektronů mezi druhou energetickou hladinou a vyššími hladinami. Při přechodu elektronu mezi druhou a třetí energetickou hladinou se utváří při astronomických pozorování velmi důležitá červená čára H_α (s vlnovou délkou 656,3 nm), při přechodu mezi druhou a čtvrtou hladinou vzniká čára H_β atd...

$$\frac{1}{\lambda_n} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \left[\frac{1}{m} \right]; \quad (n \in \mathbb{N}) \wedge (n > 2) \quad (1)$$

λ je vlnová délka a R_H je Rydbergova konstanta pro vodík.

Klasickou korekci Rydbergovi konstanty na konečné jádro provedeme pomocí vzorce

$$R_\infty = R_H \frac{m_p + m_e}{m_p} \quad (2)$$

$m_p = 1.6726 \cdot 10^{-27} [kg]$ je hmotnost protonu a $m_e = 9.1093 \cdot 10^{-31} [kg]$ je hmotnost elektronu.

Polohy maxim jsou dány vzorcem

$$d \sin \theta = m \lambda \quad (3)$$

d je mřížková konstanta, m je řád difrakce, λ je vlnová délka a θ je úhel difrakce.

Úhel pro difrakci se zjistí ze vztahu

$$\theta = \frac{\theta_L - \theta_P}{2} \quad (4)$$

θ_L je úhel naměřený vlevo od nulové polohy a θ_R úhel naměřený vpravo od nulové polohy.

4 Postup měření

4.1 Kalibrace spektrometru a měření maxim u sodíku

Když jsem přišel, vše bylo zapojeno, zkontroloval jsem tedy zapojení. Zapl jsem sodíkovou lampu a přesunu tak, aby svítila na štěrbinu. Nastavil jsem spektrometr tak, aby byl v jedné přímce s trubicí. Potom jsem nastavil velikost štěrbinu a zaostřil jsem dalekohled. Nastavil jsem dalekohled, aby první čára ze spektra byla přesně na kříži. Zaznamenal jsem si tuto hodnotu. Posouval jsem dalekohled doleva, dokud jsem neobjevil další čáru a zapsal jsem si její hodnotu vycentrovanou na kříži. To jsem udělal ještě pro jednu a vrátil jsem dalekohled do nulové polohy. Opakoval jsem následující i pro pravou stranu.

4.2 Pozorování Balmerovy série

Vyměnil jsem sodíkovou lampu za vodíkovou. Nastavil jsem rameno do nulové polohy a dělal jsem přesně to samý jako u sodíkové lampy. Dokázal jsem změřit difrakci k 4. řádu.

5 Data

5.1 Sodium

Tabulka 1:

| doleva | doprava | difrakce | difrakční uhel $\theta[^\circ]$ | mřížková konst. $d[m \cdot 10^{-6}]$ |
|---------|---------|----------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 292.417 | 333.716 | 1 | 20.65 | 1.672 |
| 292.0 | 333.616 | 1 | 20.808 | 1.66 |
| 268.166 | 358.7 | 2 | 45.267 | 1.66 |
| 268.25 | 358.833 | 2 | 45.292 | 1.659 |
| 268.55 | 358.833 | 2 | 45.142 | 1.664 |

$$\bar{d} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

$$\bar{d} = 1.663 \cdot 10^{-6}$$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

$$\sigma_d = 5.3342 \cdot 10^{-9}$$

Pro určení vlnových délek a jejich přechodů jsem používal tuto tabulku:

Tabulka 2:

| n_2 | λ | color |
|-------|-----------|--------|
| 3 | 656 | red |
| 4 | 486 | teal |
| 5 | 434 | blue |
| 6 | 410 | indigo |
| 7 | 397 | violet |

5.2 Hydrogen

6

7

8

9