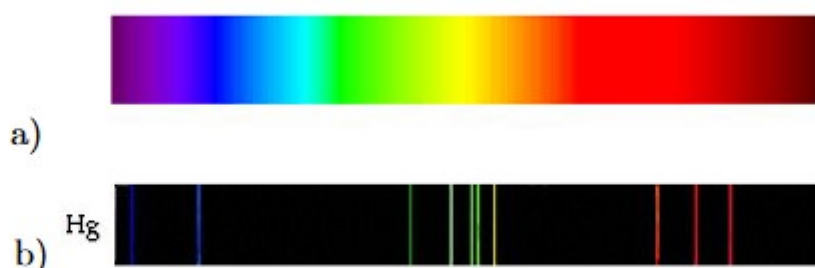


# Měření vlnové délky světla

- **Autor:** Filip Plachý 1F/46
- **Spolupracoval:** Adam Babovák
- **Datum měření:** 25. 2. 2022
- **Úvod:**

Světlo je viditelná část elektromagnetického záření. Lidské oko přitom zvládne pojmout pouze určité spektrum. Toto spektrum se nachází v intervalu od 390nm (fialová) do 760nm (červená). Vlnové délky pod 390 se nazývají ultrafialové a nad 760 infračervené.

Světlo z „běžných“ zdrojů (jako například Slunce nebo žárovka) ovšem nevnímáme jako barevné, ale pouze jako bílé. Jenže tohle samotné světlo je složené z barevných světél různých délek. Různé zdroje mohou obsahovat až už celé barevné spektrum nebo část (pár barev).



Obrázek 1: Spektrum a) zdroje bílého světla a b) rtuťové výbojky.

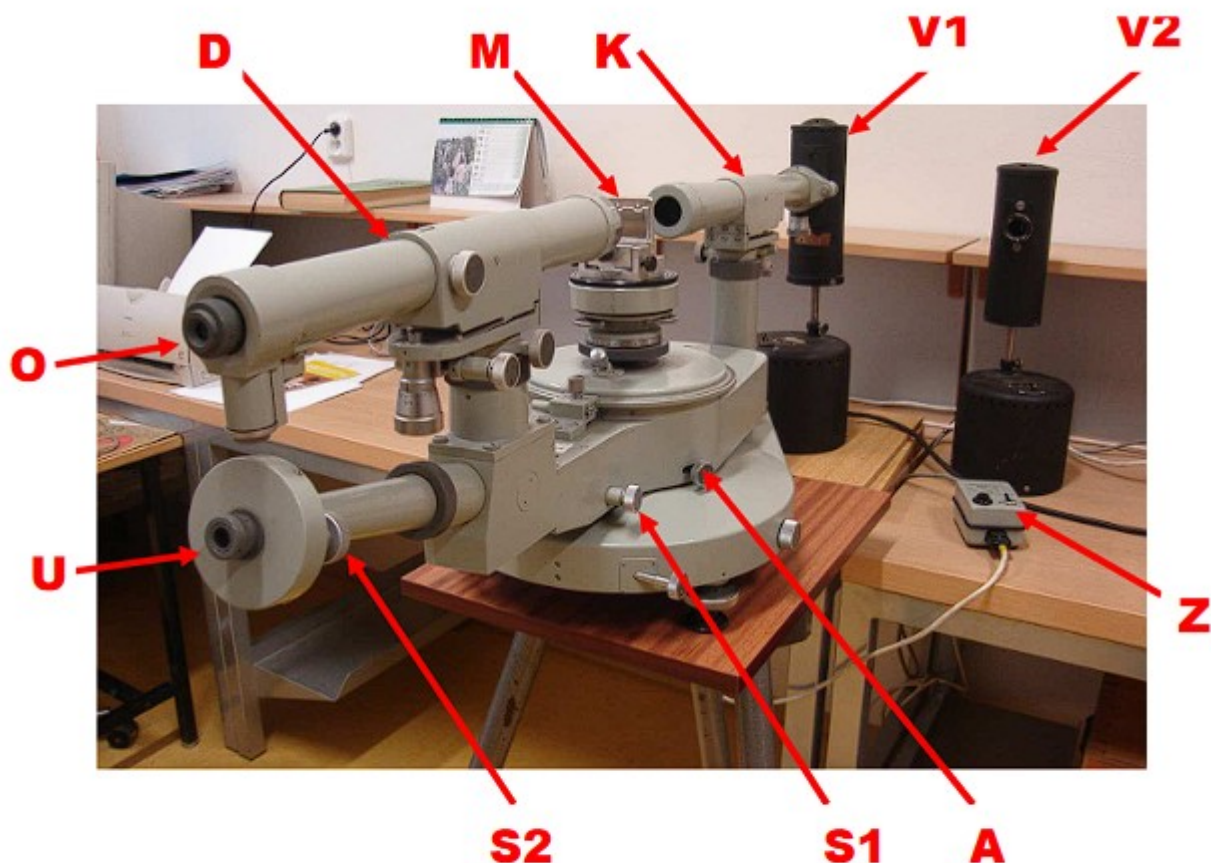
K měření spektra slouží tzv. „spektrální analýza“, která je založena na ohybu světla. K ohybu světla dochází, když světlo narazí na překážku s podobnou vlnovou délkou.

Tenhle jev obvykle zkoumáme na optické mřížce. Optická mřížka je soustava velmi úzkých štěrbin vzdálených od sebe vždy o periodu mřížky (mřížkovou konstantu)  $a$ . Jsou v ní vyryté vrypy stejné šířky. Vrypy jsou matné, proto nepropouštějí světlo. Neporušená místa mezi vrypy slouží jako štěrbin, které světlo propouštějí. Když mřížku osvětlíme rovnoběžnými paprsky, dojde na každé štěrbině k ohybu a za štěrbinami jsou paprsky odchýlené od původního směru o úhel.

K měření úhlů použijeme Goniometr (viz obrázek). Tím zjistíme konstantu mřížky a pomocí vzorců budeme moci určit neznámý zdroj světla.

- **Zadání:**
  1. Změřte mřížkovou konstantu (včetně nejistoty) optické mřížky
  2. Změřte vlnové délky vybraných spektrálních čar neznámého zdroje světla a pokuste se ho identifikovat.

- **Postup:**



Obrázek 1: Goniometr a jeho důležité součásti

1. Zatemníme místnost, zapneme výbojku **V1** (známý zdroj světla NA - sodík), zapneme goniometr **Z** a spínač osvětlení na levém boku goniometru a nakonec sundáme ze "stolečku" mřížku **M**
  2. Povolíme "aretační" šroub **A** a otočíme pohybovou část tak, aby dalekohled **D** v jedné přímce s kolimátorem **K** (při pohledu do okuláru **O** bude uprostřed čára, která symbolizuje výchozí polohu). Přesné nastavení zajistíme tak, že dotáhneme aretační šroub **A** a otáčením šroubu **S1** jemně doladíme polohu nitkového kříže vůči paprsku z kolimátoru **K**
  3. Na stoleček vrátíme mřížku **M**, kterou se pokusíme, co nejpresněji, nastavit kolmo ke světelnému paprsku goniometru. Povolíme aretační šroub **A** a otáčením pohyblivé části doprava nalezneme spektrální čáry.
  4. Pohledem do okuláru **U** zjistíme úhel  $\gamma_1$
  5. Pro zjištění nejistoty budeme otáčet goniometr 3x vpravo a 3x vlevo, kde nalezneme spektrální čáry stejných barev
  6. Z naměřených hodnot jde určit mřížkovou konstantu  $a$  a její nejistotu  $\Delta a$
  7. Vyměníme výbojku za neznámý zdroj světla **V2** a změříme úhly pro vybrané čáry v jeho spektru, aby bylo možné vypočítat odpovídající vlnovou délku  $\lambda$  a její nejistotu  $\Delta \lambda$
- **Měření a výpočet:**
    - **U1:**  
Při měření nám bohužel bylo chybně řečeno, co konkrétně máme měřit. Místo toho, abychom měřili 3x první spektrální čáru zleva a zprava, tak jsme měřili první 3 spektrální čáry zleva a zprava. To stejné platí i u měření neznámé výbojky. Dohodli jsme se s kolegou, že budeme jednoduše vycházet

z první naměřené hodnoty, avšak nebude možno vypočítat nejistotu, protože jsme ji změřili jen jednou.

$n$	$\varphi_2$ (3x Doleva)	$\varphi_1$ (3x Doprava)
1	164°0'16''	161°20'6''
2	165°20'16''	160°0'6''
3	166°40'3''	158°4'6''

$$\bar{\varphi}_2 = 164^\circ 0' 16''$$

$$\bar{\varphi}_1 = 161^\circ 20' 6''$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{2}(\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1) = 1^\circ 20' 5'' - \text{odchylka paprsku}$$

$$\lambda_0 = 589 - \text{vlnová délka známého zdroje (Na – sodík)}$$

$$a = \frac{n\lambda_0}{\sin\alpha_0} = 25286,36 \text{ nm} - \text{mřížková konstanta}$$

$$\Delta\varphi_1 = k * \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{n=1}^n (\varphi - \bar{\varphi}_1)^2} = 0$$

$$\Delta\varphi_2 = k * \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{n=1}^n (\varphi - \bar{\varphi}_2)^2} = 0$$

$$\Delta\alpha_0 = \frac{1}{2}(\Delta\varphi_2 + \Delta\varphi_1) \doteq 1' \doteq 0,0001 \text{ rad} - S \text{ kolegy jsme si stanovili nejistotu na jednu minutu}$$

$$\Delta\lambda_0 = 0,05 - \text{hodnota s tabulek}$$

$$\Delta a = \sqrt{\left(\frac{n}{\sin\alpha_0} \Delta\lambda_0\right)^2 + \left(\frac{n\lambda_0 \cos\alpha_0}{\sin^2\alpha_0} \Delta\alpha_0\right)^2} = 108,5$$

$$\underline{\underline{a = 25286,36 \pm 108,5 \text{ nm}}}$$

○ **U2:**

$n$	Modrá/fialová		Zelená		Oranžová	
1	163°38'16''	161°41'12''	163°52'6''	161°25'43''	163°57'17''	161°21'46''
2	164°37'35''	160°41'46''	165°7'10''	160°11'46''	165°14'20''	160°2'1'
3	165°36'19''	159°42'2''	166°21'30''	158°57'55'	166°34'44''	158°45'23''

$$\alpha_m = 163^\circ 38' 16'' - 161^\circ 41' 12'' = 0^\circ 58' 32''$$

$$\alpha_z = 163^\circ 52' 6'' - 161^\circ 25' 43'' = 1^\circ 13' 11,5''$$

$$\alpha_o = 163^\circ 57' 17'' - 161^\circ 21' 46'' = 1^\circ 17' 45,5''$$

$$\lambda = \frac{a \sin\alpha}{n}$$

$$\Delta\lambda = \sqrt{\left(\frac{\sin\alpha}{n} \Delta a\right)^2 + \left(\frac{a \cos\alpha}{n} \Delta\alpha\right)^2}$$

$$\lambda_{\alpha_m} = 430,51 \pm 3,13$$

$$\lambda_{\alpha_z} = 538,32 \pm 3,4$$

$$\lambda_{\alpha_0} = 571,89 \pm 3,5$$

Hg	579.1	žlutá	velmi silná
	577.0	žlutá	velmi silná
	546.0	zelená	velmi silná
	491.6	modrozelená	střední
	435.8	modrá	silná
	434.8	modrá	střední
	407.8	fialová	střední
	404.7	fialová	silná

- **Závěr:**

Bohužel kvůli chybnému měření není výsledek přesný, ale i přesto z výsledků lze s menší rezervou vyčíst, že neznámá výbojka obsahovala rtuť (Hg).