

# Měření rychlosti světla

Lukáš Kunovský  
Gymnázium Jeseník  
luky.kunovsky@seznam.cz

Petr Bílek  
Purkyňovo gymnázium Strážnice  
pe.trbilek@seznam.cz

## Abstrakt:

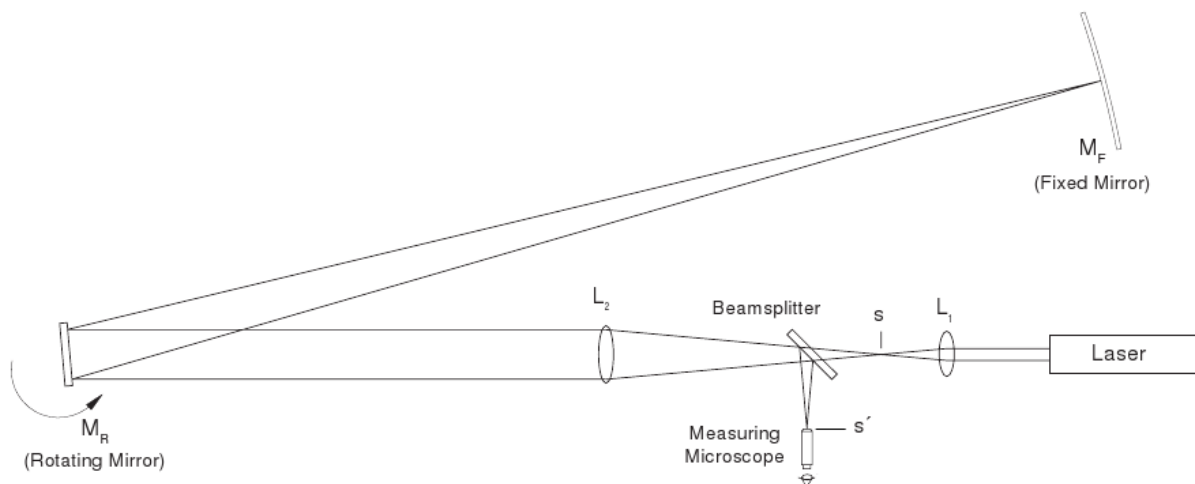
Rychlost světla je velmi důležitá veličina, kterou se v historii pokoušelo změřit mnoho vědců. My jsme použili Foucaultovu metodu. S její pomocí jsme dosáhli poměrně přesných výsledků.

## 1 Úvod

Rychlost světla byla velmi dlouho neznámá veličina, protože její určení je velmi obtížné. Poprvé se o to pokusil Galileo Galilei. Jeho pokus byl neúspěšný kvůli primitivním metodám. Další pokusy přinesly důkazy o konečné rychlosti světla. První takový byl proveden Olafem Römerem. Ten pozoroval dobu mezi zákryty Jupiterova měsíce Io. Přesnější měření provedl Francouz Hippolyte Fizeau, pomocí otáčejícího se ozubeného kola. Tuto metodu zdokonalil Jean Foucault.

My Foucaultovo měření zopakujeme. Foucaultova metoda (náčrt na obr. 1) spočívá v tom, že vypuštěný paprsek se nevrátí po stejné dráze, kvůli pootočení zrcátka  $M_r$ . Celé to probíhá tak, že paprsek projde až k rotujícímu zrcátku. Od něho se odrazí směrem ke sférickému zrcadlu. Za dobu, za kterou paprsek urazí tuto vzdálenost a zpět, se rotační zrcátko pootočí o určitý úhel. V závislosti na frekvenci rotace zrcátka můžeme sledovat posun odraženého svazku mikroskopem. Pokud známe vzdálenosti jednotlivých částí měřicí soustavy, můžeme pomocí základních geometrických vztahů určit rychlost světla.

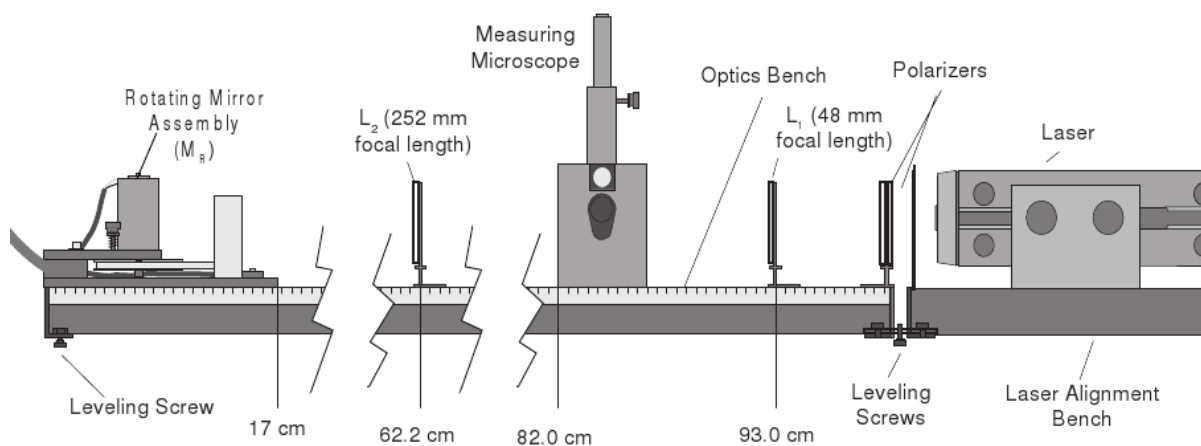
V době laserů a elektromagnetického vlnění je velikost této veličiny zásadní v mnoha oborech. Na této konstantě je postaveno mnoho dalších veličin.



Obr.1: Nákres pokusu

## 2 Průběh pokusu

K našemu měření jsme použili helium-neonový laser, čočky o ohniskových vzdálenostech 48mm a 252mm, polarizátor, mikroskop s polopropustným zrcátkem, zaměřovače svazků, vysokorychlostně rotující zrcátko, sférické zrcadlo a optickou lavici.



Obr.2: Umístění jednotlivých komponent

Po sestavení aparatury jsme nastavili laser tak, aby svazek mířil do středu rotačního zrcátka. Do vzdálenosti 9,55 m od soustavy jsme umístili sférické zrcadlo tak, aby na něj dopadal svazek a opět se od něj odrazil do rotujícího zrcátka. Mikroskop nastavíme tak, aby svazek odražený zpět k laseru bylo vidět na polopropustném zrcátku.

Při našem měření jsme vycházeli ze vztahů

$$c = k \frac{f_{cw} + f_{ccw}}{s'_{cw} - s'_{ccw}} \quad (1)$$

$$k = \frac{8\pi AD^2}{D + B} \quad (2)$$

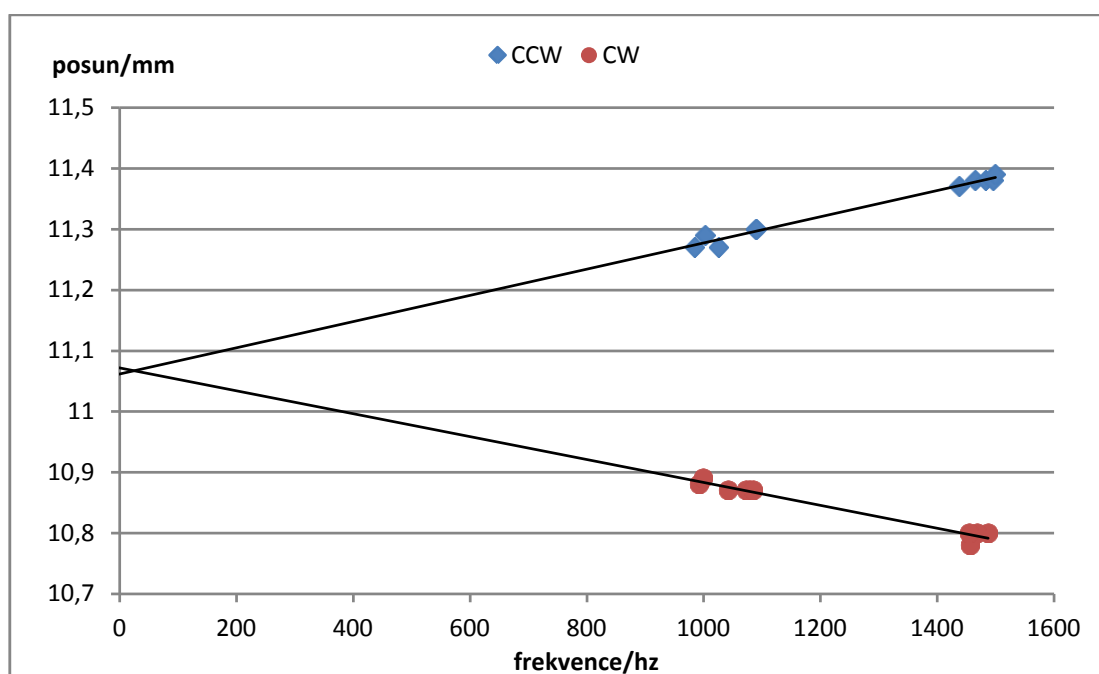
kde CW a CCW značí opačné směry rotace zrcátka. Změřili jsme vzdálenosti A (vzdálenost čoček  $L_1$  a  $L_2$  zmenšená o ohniskovou vzdálenost  $L_1$ ), B (vzdálenost čočky  $L_2$  od rotujícího zrcátka) a D (vzdálenost mezi rotujícím a sférickým zrcátkem). Měřili jsme hodnoty  $f$  (frekvence s jakou rotovalo zrcátko) a  $s'$  (posun paprsku pozorovaný v mikroskopu). Oba z posunů paprsků jsou vázány na klidovou vzdálenost  $s$  (vzdálenost, kterou bychom pozorovali mikroskopem při zastaveném rotačním zrcátku).

Posuny  $s'_{cw}$  a  $s'_{ccw}$  jsou určeny frekvencemi  $f_{cw}$  a  $f_{ccw}$  v lineární závislosti

$$s'_{cw} = \frac{k}{c} f_{cw} + s \quad (3)$$

$$s'_{ccw} = -\frac{k}{c} f_{ccw} + s \quad (4)$$

Naměřené hodnoty jsme vynesli do grafu 1.



Graf 1: závislost naměřené výchylky na frekvenci pro oba směry rotace zrcátka

Vidíme, že pro obě přímky vyšla shodná absolutní hodnota směrnice, která je rovna  $k/c$ . Díky tomuto můžeme číselně vyjádřit rychlost světla. Z našich měření jsme určili rychlost světla na  $316\,358\,129\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### 3 Shrnutí

Dokázali jsme, že rychlost světla je konečná. Od tabulkové hodnoty jsme se odchýlili o 5%. Definovaná rychlost světla ve vakuu je  $299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Chyba byla způsobena nepřesností měřicích přístrojů a prostředím, ve kterém jsme prováděli pokus. V budoucnu se už velikost rychlosti světla nezpřesní, protože metr je definován pomocí rychlosti světla.

## 4 Poděkování

Dík si zaslouží náš supervizor Bc. Tomáš Jakoubek a FJFI ČVUT, která zajistila místo a prostředky.

## 5 Reference:

- [1] JAKOUBEK T.: *Měření rychlosti světla*,  
[http://fyzport.fjfi.cvut.cz/FundKonst/RychlostSvetla/mans/TJ\\_speed\\_of\\_light.pdf](http://fyzport.fjfi.cvut.cz/FundKonst/RychlostSvetla/mans/TJ_speed_of_light.pdf)  
[cit.: 15. 6. 2010]
- [2] KAIZR V.: *Měření rychlosti šíření světla*, Aldebaran Bulletin  
[http://www.aldebaran.cz/bulletin/2004\\_s1.html](http://www.aldebaran.cz/bulletin/2004_s1.html), [cit.: 15. 6. 2010]