Měření rychlosti světla z vakuových konstant

Online: <http://www.sclpx.eu/lab4R.php?exp=4>

Vakuovými konstantami rozumíme permitivitu a permeabilitu vakua. Tyto konstanty jsme již měřili v rámci laboratorních cvičení ve třetím ročníku, takže tento experiment bude do jisté míry podobný experimentu 3.2 (*Měření permitivity a permeability* *vakua*).

**Úvod**

Jak plyne z teorie [20], vzájemný vztah mezi rychlostí světla *c*, permitivitou vakua a permeabilitou vakua je dán vztahem (4.1.1):

Tento vztah současně potvrzuje i známou skutečnost, že světlo je elektromagnetické vlnění.

Permitivitu vakua můžeme určit ze vztahu (4.1.2):

Známe-li tedy kapacitu deskového kondenzátoru *C*, plošný obsah jeho desek *S* a jejich vzdálenost *d*, můžeme ze vztahu (4.1.2) dopočítat hodnotu permitivity.

Pro výpočet permeability vakua vyjdeme ze vztahu (4.1.3):

kde *m* je zdvihová hmotnost měřená digitálními váhami, , *l* je délka cívky měřená posuvným měřidlem, *N* je počet závitů cívky, *I* je efektivní hodnota střídavého proudu procházejícího cívkou a měřeného multimetrem VA18B v režimu ampérmetru, *S* je plocha řezu a je relativní permeabilita jádra cívky.

Nejistotu v měření rychlosti světla *c* vypočítáme podle vztahu (4.1.4):

**Pomůcky:** multimetr VA18B, cívka *N* = 600 závitů, *l =* 44 mm, *R* = 4,2 Ω, *L* = 6 mH, laboratorní zdroj ss napětí, digitální kuchyňské váhy, železný pásek nebo kruh o tloušťce 0,1 mm, izolepa, list papíru, deskový kondenzátor, mikrometr, stativový materiál

**Postup práce**

Před vlastním měřením si zopakujte měření permitivity a permeability vakua podle pokynů uvedených v experimentech 3.1 a 3.2. Uspořádání experimentu při měření permitivity je na obrázku 4.1.1 a realizace měření permeability na obrázku 4.1.2.

Pomocí multimetru VA18B změříme několikrát kapacitu deskového kondenzátoru, vzdálenost desek uvažujeme rovnou tloušťce papíru, kterou změříme mikrometrem. Posuvným měřidlem změříme rozměry deskového kondenzátoru a vypočítáme obsah jedné desky *S*. Z naměřených hodnot vypočítáme ze vztahu (4.1.2) velikost permitivity vakua.

Analogicky podle postupu uvedeného v experimentu 3.1 a 3.2 změříme pro různé zdvihové hmotnosti velikost proudu procházejícího cívkou a ze vztahu (4.1.3) vypočítáme hodnotu permeability.

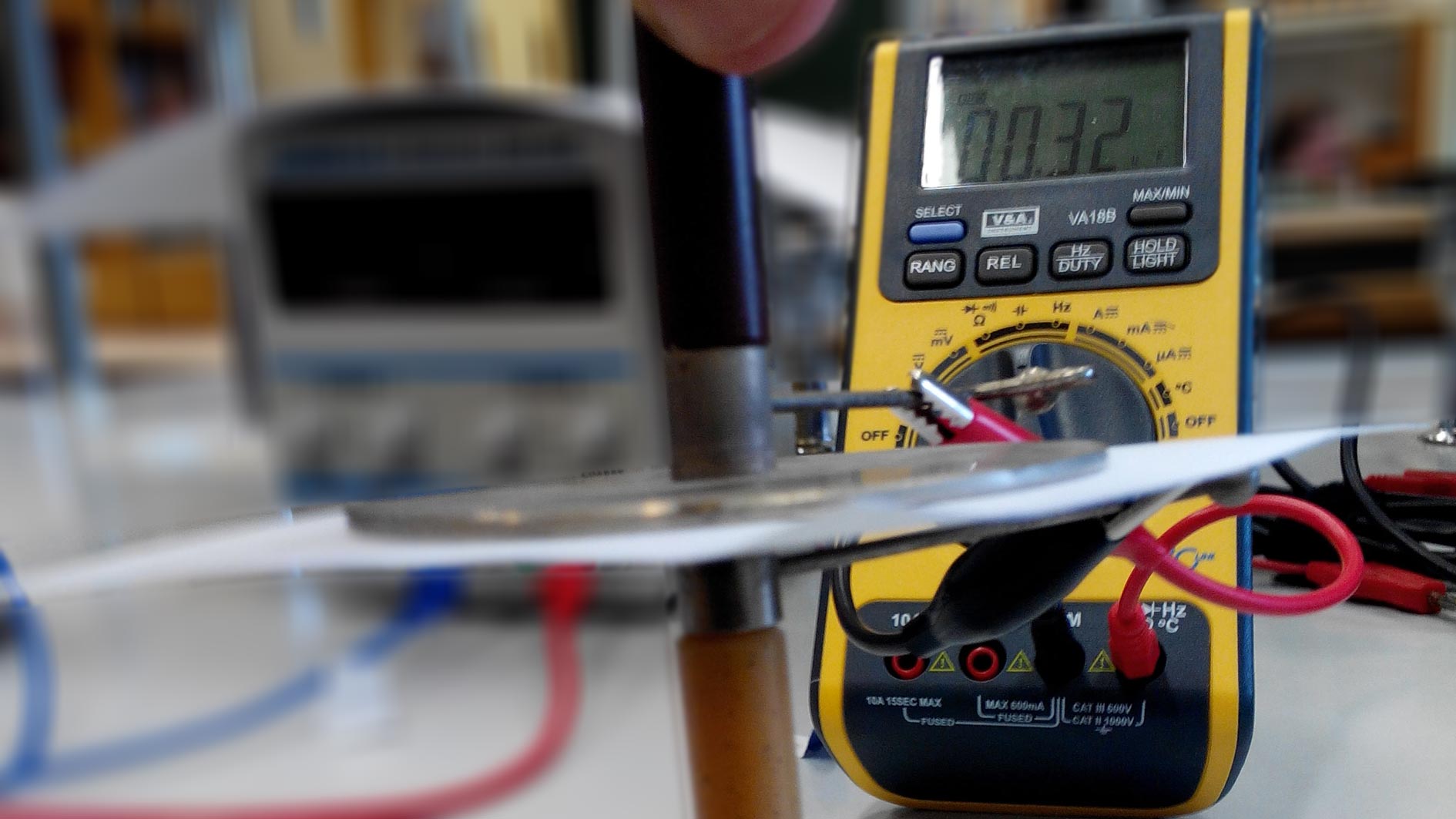
Dále podle vztahu (4.1.1) provedeme výpočet rychlosti světla a podle vztahu (4.1.4) určíme nejistotu měření.

Na závěr vytvoříme z vypočítaných hodnot rychlosti světla graf, který doplníme o  regresní analýzu (*Přidat spojnici trendu*).

Námi naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.1 a graf vytvořený na základě této tabulky je na obrázku 4.1.3.

**Tabulka 4.1** Měření rychlosti světla

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| () | () |  |
| 8,8 | 13,3 | 2,9 |
| 8,8 | 14,2 | 2,8 |
| 9,1 | 12,7 | 2,9 |
| 9,1 | 12,8 | 2,9 |
| 8,8 | 13,9 | 2,9 |



Obrázek 4.1.1 Uspořádání experimentu – Měření rychlosti světla z vakuových konstant – měření permitivity



Obrázek 4.1.2 Uspořádání experimentu – Měření rychlosti světla z vakuových konstant – měření permeability

Obrázek 4.1.3 Graf vypočítaných hodnot rychlosti světla – Měření rychlosti světla z vakuových konstant

**Závěr**

Průměrná hodnota rychlosti světla vypočítaná na základě údajů uvedených v tabulce 4.1 má velikost . Relativní nejistota měření je .

Průměrná hodnota bez zaokrouhlení činí . Odchylka od tabulkové hodnoty *c* = 299 792 458 je cca 3 %.

Lineární regresní přímka na obrázku 4.1.3 poskytuje svojí konstantní částí přibližnou hodnotu .

Všechny dosažené výsledky poměrně uspokojivě korespondují s tabulkovou hodnotou a v rámci laboratorního cvičení ve školní laboratoři lze i relativní nejistoty měření považovat za vyhovující.

**Otázky na závěr**

1. Jak můžeme změřit rychlost světla pomocí mikrovlnné trouby?

2. Kdo první ve známé historii fyziky změřil rychlost světla a k jaké hodnotě dospěl?