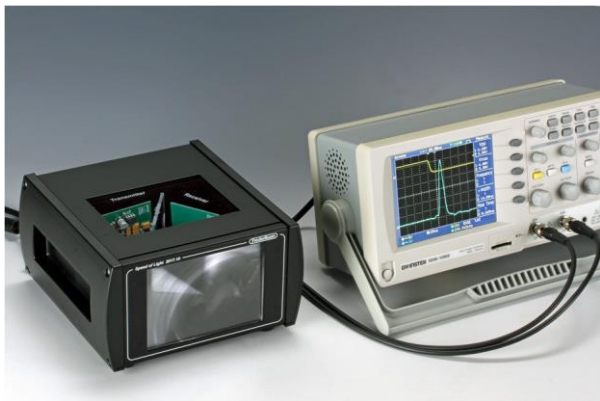


Stanovení rychlosti světla
Obj. číslo 1192106





Rychlost světla ve vakuu c je základní fyzikální konstantou. Je dokonce tak významná, že je **definována** v Mezinárodní soustavě jednotek. Délku 1 metr lze tedy v zásadě považovat za odvozenou, měřenou veličinu. Z pedagogického hlediska má však smysl určovat rychlost světla na základě změřené délky dráhy a odpovídajícího času.

Spolu s osciloskopem umožňuje toto zařízení změřit dobu, za kterou krátký záblesk světla urazí vzdálenost několika metrů. Experiment tak lze provádět v běžné učebně.

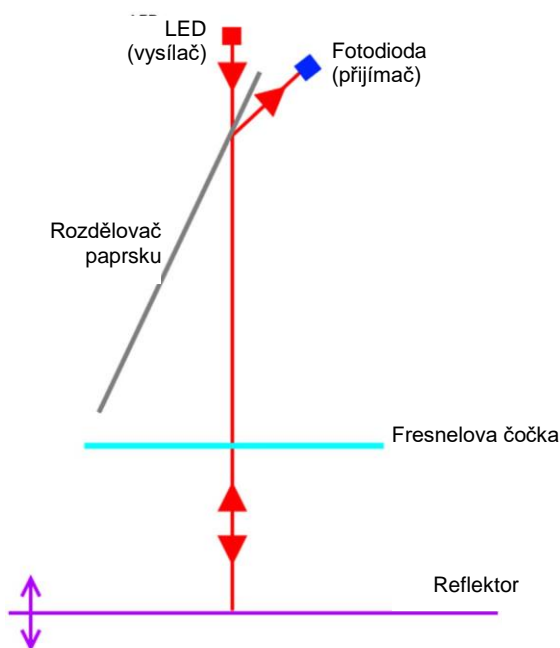
Další potřebné vybavení

Toto zařízení je třeba používat s osciloskopem. Doporučuje se digitální osciloskop.

Pokud není k dispozici, lze použít pomalejší analogový osciloskop. Samostatný návod pro použití s tímto zařízením najdete na našich webových stránkách.

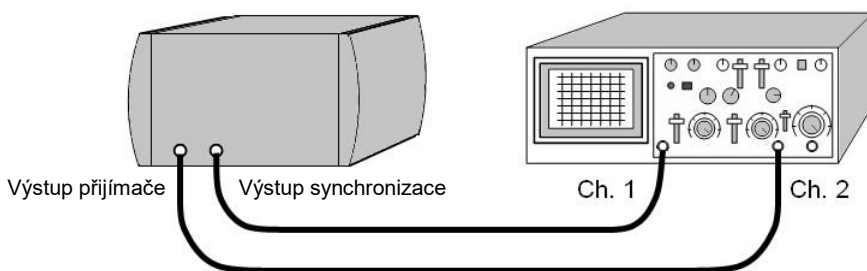
Princip

LED dioda vydává velmi krátké záblesky (10-15 ns) s frekvencí opakování kolem 300 kHz. Fresnelova čočka soustředí světlo do přiměřeně zaostřeného paprsku. Světelný impulz dopadá na reflektor, který odráží záblesk zpět. Fresnelova čočka nyní soustředí světlo na fotodiodu, která záblesk převede na elektrický signál. Protože LED dioda i fotodioda musí být umístěny v ohnisku, je použit rozdělovač paprsku, aby se fotodioda mohla přesunout do zrcadlového obrazu ohniska (viz obrázek).



Elektronický obvod, který vytváří záblesky, rovněž vysílá elektrický synchronizační signál s ostře klesajícím průběhem, který je vhodný pro spouštění osciloskopu. (Na pomalém osciloskopu se místo toho použije stoupající průběh. Ten se objeví přibližně 0,75 μ s před klesajícím.)

Při průchodu signálu přijatého z fotodiody zesilovačem dojde k určitému zpoždění. Toto zpoždění je **konstantní**, takže porovnáním časů příchodu dvou záblesků, kdy jeden se odrazí těsně před čočkou a druhý několik metrů od ní, lze určit dobu, kterou záblesk stráví na své cestě vpřed a vzad.



Provádění měření

Jednotka je napájena 12 V adaptérem, který je součástí dodávky. I když jsou jednotlivé záblesky poměrně intenzivní, průměrný výkon vyzařovaného světla je tak nízký, že není nijak nebezpečný pro oči.

Připojte osciloskop podle obrázku pomocí dodaných koaxiálních kabelů 50 Ω . Při nastavování osciloskopu umístěte reflektor bezprostředně před čočku.

Pro rychlou demonstraci lze použít nezpracovaný vstupní signál. Pro přesnější měření se doporučuje nechat digitální osciloskop zobrazit střední hodnotu několika impulsů. Pro obrázky v tomto návodu bylo zprůměrováno 32 měření.

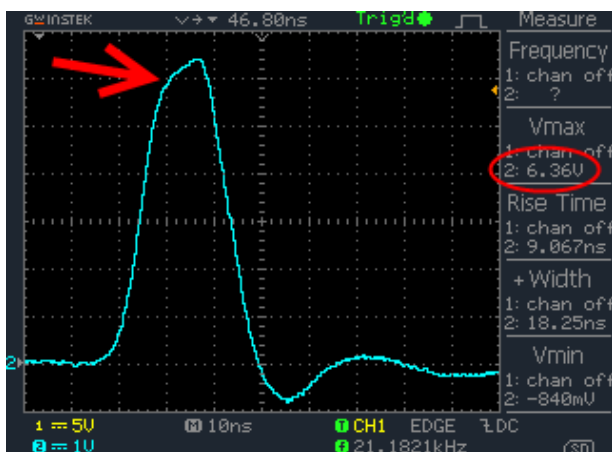
Následující sada parametrů je rozumným výchozím bodem pro experimenty:

Časová osa: 10 až 25 ns/dílek
 Ch. 1 (Sync.): 5 V/dílek
 Ch. 2 (Rec.): 0,5 až 1 V/dílek
 Zdroj spouště: Ch 1
 Typ spouště: hrana, klesající

Nastavení hodnoty spouště se asi nejlépe provádí tak, že se pokusíte vytvořit stacionární obraz synchronizačního signálu s časovou osou nastavenou na 0,5 μ s/dílek. Když se to podaří, lze podle potřeby nastavit časovou stupnici.

Do přijímače je možné odrazit tolik světla, že se obvod nasatí, tj. přeruší vrchol signálu. Zařízení se tím nepoškodí, ale přesná měření vyžadují, aby přijímač pracoval s impulsy bez zkreslení.

To je zajištěno, když se **špičkové napětí udržuje pod 5 V** (4,5 V u 20MHz osciloskopu) – to buď zjistíte na ose y, nebo přímo odečtením hodnot daných měřicími funkcemi osciloskopu.



Obrázek výše ukazuje zkreslený impulz způsobený příliš vysokou amplitudou.

Sílu signálu nejnáze upravíte částečným zakrytím reflektoru, např. kusem černého kartonu.

Poloha impulsu na časové ose je definována jako okamžik, kdy stoupající hrana impulsu překročí **polovinu špičkové hodnoty**.

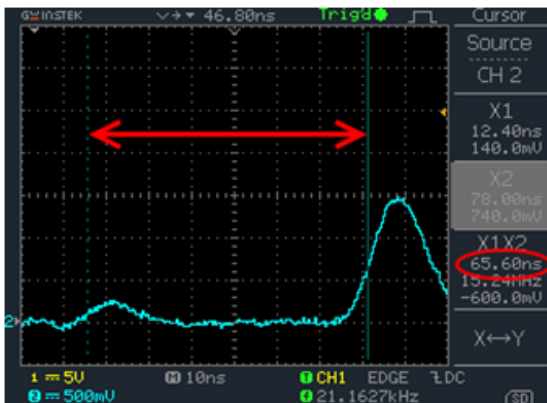
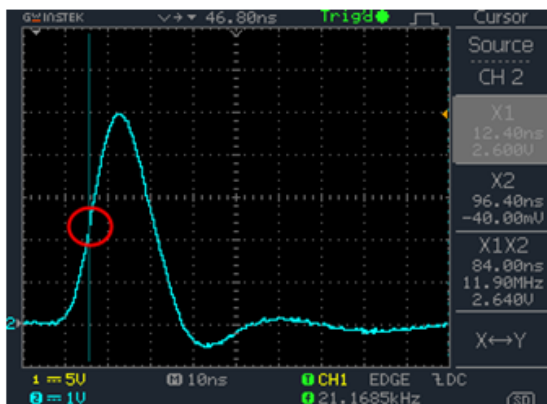
Na analogovém osciloskopu se tento čas musí odečíst z časové osy. Digitální osciloskop obvykle nabízí funkci kurzoru, která s tím pomůže.

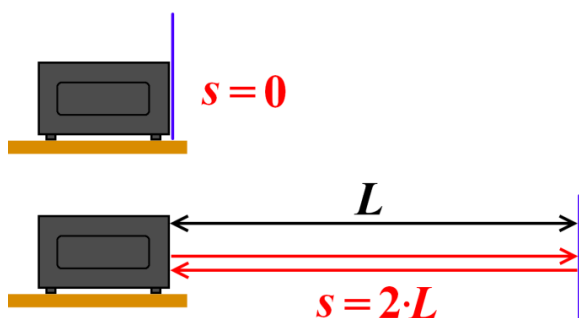
Nejprve se určí čas t_0 odpovídající vzdálenosti $s = 0$ m: Když je reflektor bezprostředně před čočkou a intenzita je nastavena, jak bylo uvedeno, určí se poloha odraženého impulsu.

Od tohoto okamžiku se časová osa nesmí měnit.

Nyní se provede jedno nebo více měření s reflektorem dále od jednotky (až 10 m). Nejlepší způsob, jak zjistit, zda jste zasáhli reflektor, je podívat se okem několik centimetrů nad horní částí krabice.

Změřte co nejpřesněji vzdálenost L mezi čelem jednotky a reflektorem.





Pro každou polohu určete časy příchodu odražených záblesků.

Každý naměřený čas se nyní musí převést na **dobu letu** záblesku odečtením t_0 – tím se zajistí, aby čas 0 odpovídal vzdálenosti 0. Opět vám může pomoci kurzor, jak je vidět na snímcích obrazovky vlevo.

Zpracování dat

Každé měření vzdálenosti se převede na **dráhu** vynásobením 2.

Vykreslete ураženou vzdálenost jako funkci doby letu a pomocí grafu určete rychlost světla v atmosférickém vzduchu.

Index lomu vzduchu při pokojové teplotě je přibližně 1,00028. Díky tomu lze vypočítat c (rychlost světla ve vakuu) a porovnat ji s tabulkovou hodnotou.

Odhadněte hodnotu nejistoty pro experimentálně naměřené hodnoty rychlosti světla a zvažte, zda je v této souvislosti relevantní rozlišovat mezi rychlostmi ve vzduchu a ve vakuu.