



Závislost intenzity osvětlení na vzdálenosti (bodový zdroj)

Pomůcky

Čidlo světla Vernier GDX-LC, vozík se zabudovaným čidlem pohybu GDX-CART a dráha TRACK (obojí součástí sady DTS-GDX), mobilní telefon, lepicí páska, knihy na podložení mobilu. Měření je vhodné provádět v místnosti se zatemněním.

Teorie

Pokud bodový zdroj světla vyzařuje rovnoměrně do všech směrů, lze si představit, že se ve vzdálenosti R záření rovnoměrně rozprostře na povrchu koule s obsahem $S = 4\pi R^2$.

Jelikož se s rostoucí vzdáleností stejný světelný tok rozprostírá na stále větší plochu, intenzita osvětlení klesá úměrně s $1/R^2$ (klesá s kvadrátem vzdálenosti od zdroje).

Praktickým důsledkem je například to, že družice pracující u Marsu, který je přibližně $1,5\times$ dále od Slunce než Země, musí mít zhruba $2,3\times$ větší plochu solárních panelů než stejná družice na oběžné dráze Země.

Cílem experimentu je proměřit závislost intenzity osvětlení na vzdálenosti od bodového zdroje. Dobrým přiblížením bodového zdroje dostatečně jasným a s malými rozměry je například osvětlovací dioda mobilního telefonu. Lze využít i malou žárovku, pokud měření provádíme v dostatečné vzdálenosti, čímž omezíme vliv její „nebodovosti“.


Pro měření vzdálenosti od zdroje světla jsme využili vozík GDX-CART s integrovanými čidly. Podobně lze využít sonar, nebo vzdálenost měřit ručně. Výhodou vozíku (případně sonaru) je automatické měření vzdálenosti, které experiment zrychluje a zpřesňuje.

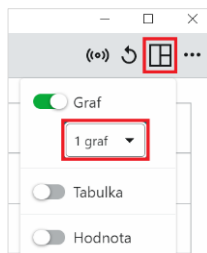
Umístění čidla světla na vozík

1. Dráhu pomocí šroubů vyrovnejte do vodorovné polohy, aby se vozík sám od sebe nepohyboval.
2. Umístěte čidlo světla na vozík a zajistěte lepicí páskou jako na obrázku níže.

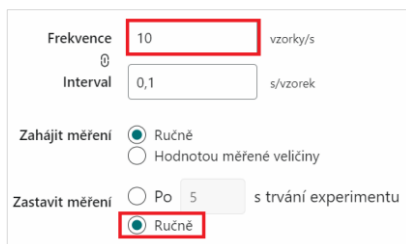



Nastavení programu

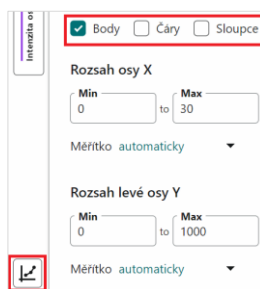
1. Spustíte aplikaci *Graphical Analysis* a připojíte vozík i čidlo světla ([návod](#)).
2. Klikněte na ikonu  v pravém horním rohu aplikace a zvolte zobrazení 1 grafu.
3. Zvolte, co se bude ukazovat na jednotlivých osách grafu: Klikněte na název svislé osy a vyberte *Intenzita osvětlení*. Poté klikněte na název vodorovné osy a vyberte *Poloha*.



4. Klikněte na pole *Režim, Frekvence* v levém dolním rohu, nastavte frekvenci měření na 10 vzorků/s a zvolte *Zastavit měření: Ručně*. Potvrďte tlačítkem *HOTOVO*.



5. Klikněte na ikonu  v levém dolním rohu aplikace, zvolte v menu *Změnit nastavení grafu*, zaškrtněte *Body* a zrušte zaškrtnutí u *Čáry*.

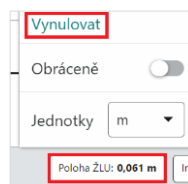


Určení nulové polohy vozíku

1. Popojedte s vozíkem mírně přes kraj dráhy, aby konec krabičky GDX-LC lícovl s okrajem dráhy jako na obrázku vpravo.



2. Klikněte na okamžitou hodnotu polohy v pravém dolním rohu aplikace. V menu vyberte *Vynulovat*.



Vzájemné umístění mobilu a vozíku s připevněným čidlem světla

1. Odjedzte s vozíkem asi 10 cm od konce dráhy. Je potřeba skutečně jet, nikoliv vozík přenést – software tak správně změří vzdálenost čidla od zdroje světla. Okamžitá hodnota polohy zobrazená v pravém dolním rohu by nyní měla být 0,1 m.
2. Mobil umístěte tak aby osvětlovací dioda byla výškově i stranově přesně proti čidlu (obrázek na první stránce). V případě potřeby mobil podložte.

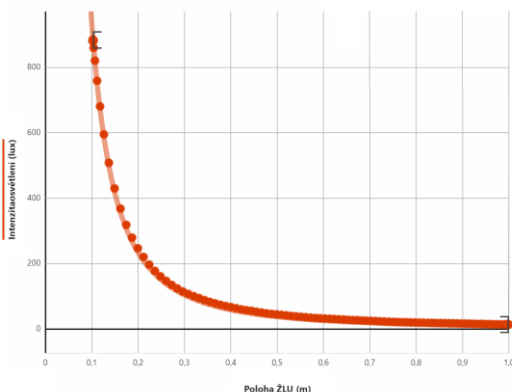
Pozor na to, že krabička GDX-LC obsahuje kromě čidla intenzity osvětlení (označeno obrázkem duhy a oka) také vlastní zdroj světla (LED) a dále RGB senzor a UV senzor. Osvětlovací diodu umístěte proti místu označenému obrázkem duhy a oka.



Měření

1. Zapněte osvětlovací diodu mobilu a zatemněte místnost.
2. Tlačítkem **ZAHÁJIT MĚŘENÍ** zahajte záznam dat. Software bude desetkrát za sekundu měřit polohu a intenzitu osvětlení a vynášet příslušné body do grafu.
3. Vhodnou rychlostí (aby byly naměřené body v grafu přiměřeně hustě) popojedte s vozíkem směrem od čidla k druhému konci dráhy.
4. Tlačítkem **ZASTAVIT** ukončete měření.


Ukázka naměřených dat



Analýza výsledků měření

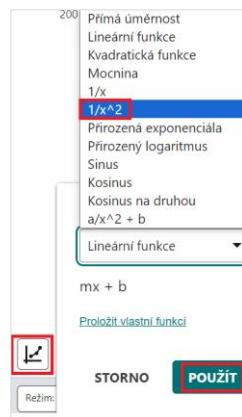
Podle věku a úrovně žáků můžete jít při analýze výsledků měření různě hluboko.

1. S mladšími žáky stačí všimnout si toho, že osvětlení se vzdáleností **klesá**.
2. Dalším stupněm je pozorování, že **pokles není lineární**, ale je složitější.

3. Pokud chcete, můžete proložit naměřenými body různé matematické závislosti: Klikněte na ikonu  v levém dolním rohu aplikace a v menu vyberte *Proložit hodnoty zvolenou funkcí*.

Pokud vyberete z nabízených možností například lineární funkci nebo nepřímou úměrnost ($1/x$), od pohledu bude zřejmé, že tyto funkce na naměřené hodnoty dobře nesedí.

Naproti tomu pokles s kvadrátem vzdálenosti sedí na naměřená data velmi přesně.

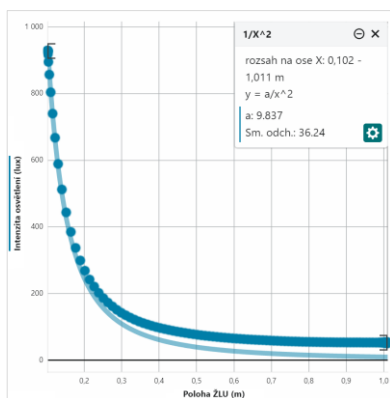


Závěr

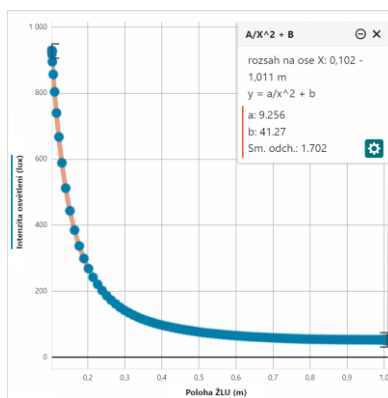
Intenzita osvětlení klesá s kvadrátem vzdálenosti od bodového zdroje světla.

Poznámky

- Osvětlovací dioda mobilu je pro experiment vhodná, protože je malá, vydává velmi jasné světlo a na rozdíl od žárovky napájené střídavým proudem světlo mobilu v čase nekolísá – více v experimentu Blikání žárovky: www.vernier.cz/25.
- Naměřená data můžete přenést také do tabulkového editoru a zpracovávat tam.
- Pokud nepoužijete zatemnění a máte placenou verzi programu Graphical Analysis (www.vernier.cz/GAPRO), můžete proložit naměřenými body nejen předem zvolené matematické funkce, ale také své vlastní, například $y(x) = A/x^2 + b$. Koeficient b pak bude odpovídat základní úrovni osvětlení v místnosti.



$$y(x) = A/x^2$$



$$y(x) = A/x^2 + b$$