

ŽÁROVKA: TEPLOTA VZDUCHU A OSVĚTLENÍ

Pomůcky:

čidlo pro měření teploty GO-TEMP, luxmetr LS-BTA, žárovka s výkonem 75 W, žárovka s výkonem 300 W, speciálně vyrobená pomůcka pro snadné měření teploty a osvětlení v okolí svítící žárovky, délkové měřidlo, LabQuest, program LoggerPro

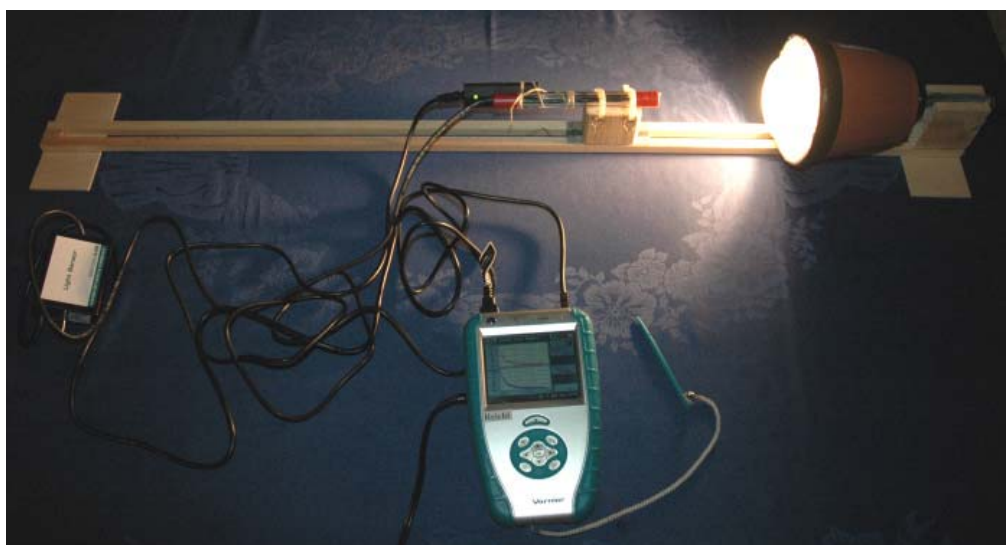
Postup:

Skutečnost, že rozsvícená žárovka vyzařuje většinu své energie ve formě tepla a pouze minimum ve formě světelné energie, je všeobecně známa. Dokonce se toho v některých případech i využívá v praxi: rozsvícená žárovka je zdrojem tepla pro mladá právě vylíhnutá kuřata, chataři a chalupáři nechávají přes zimu svítit žárovku na toaletách nebo v koupelnách, aby nezamrzla voda v potrubí, ... V tomto článku si popíšeme měření teploty i osvětlení v okolí zapnuté žárovky. Pomůcky, které budeme k experimentování potřebovat, jsou zobrazeny na obr. 1.

Celé měření navrhl a speciální pomůcku, která umožňuje plynule a pohodlně měnit vzdálenost teploměru a luxmetru od firmy Vernier od svítící žárovky, vyrobil žák třídy 09M ze [SPŠST Panská](#) v Praze Lukáš Hulínský.

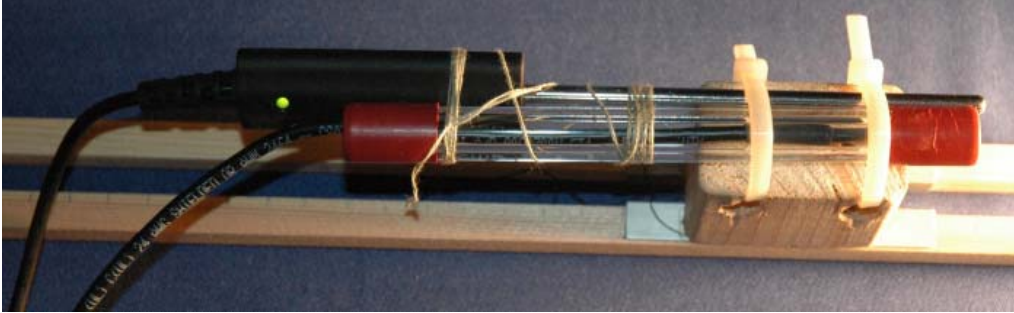


obr. 1



obr. 2

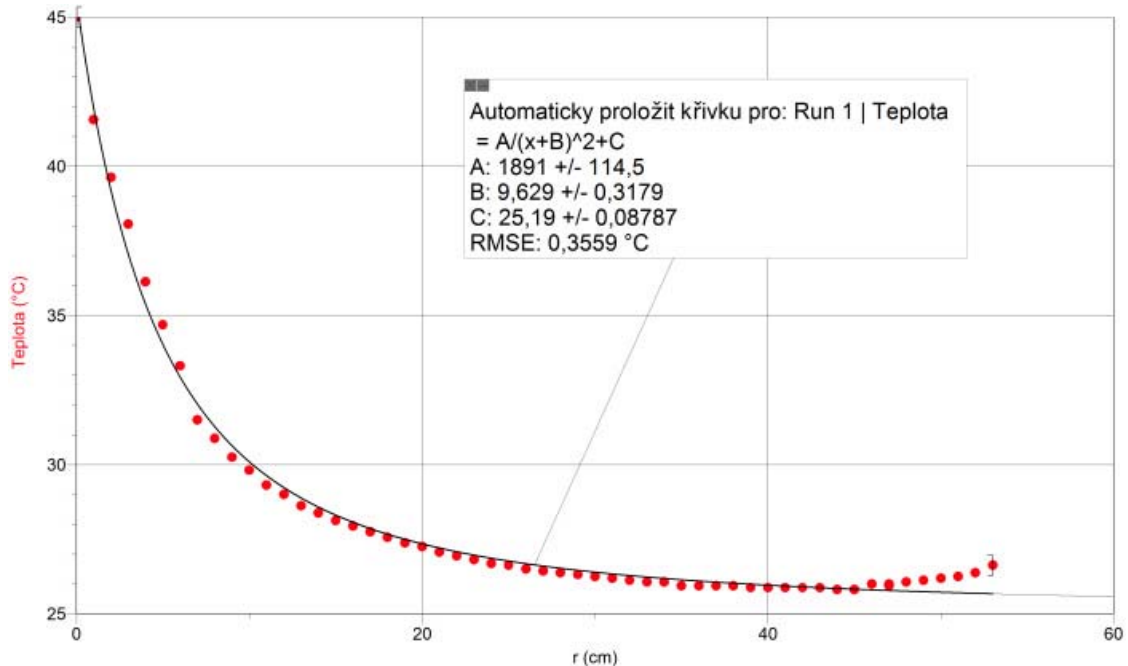
První měření bylo provedeno se žárovkou o výkonu 75 W, kterou jsme našroubovali do závitu na speciální pomůcce, a na jezdec této pomůcky připevnili teploměr a luxmetr (viz obr. 2). Detailní pohled na upevnění měřících čidel je zobrazen na obr. 3. Při cvičném měření teploty (držení teploměru dvěma prsty téže ruky v různých místech jeho kovové části a sledování hodnot na připojeném LabQuestu) jsme totiž zjistili, že čidlo teploty je na konci jeho kovové části. Proto byl zvolen právě popsáný způsob upevnění teploměru.



obr. 3

Na dřevěných lištách, po nichž se mohl pohybovat jezdec s upevněnými čidly, jsme připravili pomocí tužky a délkového měřidla stupnici dělenou po jednom centimetru. Čidla jsme upevnili do jezdece tak, aby vzdálenost čidel od žárovky vyjádřená v centimetrech byla vždy celočíselná. Proto čidla ve směru k žárovce mírně přesahují rozměry jezdece.

Jezdec jsme umístili do největší vzdálenosti od žárovky, kterou umožňovaly lišty pomůcky, na luxmetru nastavili rozsah na interval 0 lux až 150000 lux, čidla připojili k LabQuestu a nastavili na něm *Režim měření* na stav *Události a hodnoty*. V tomto režimu jsme hodnotu proměnné *Počet sloupců* ponechali na přednastavené hodnotě 1, proměnnou *Název* vyplnili symbolem *r* značícím vzdálenost čidel od žárovky a do proměnné *Jednotky* zadali *cm*. Po potvrzení tohoto dialogu jsme standardním způsobem zahájili měření. Vždy jsme počkali určitou dobu, během níž se teplota teploměru vyrovnala s teplotou okolí, a uložili měřená data teploty a osvětlení. Při tom jsme byli vyzváni k zadání aktuální vzdálenosti *r* čidel od žárovky. Poté jsme posunuli jezdec s čidly o 1 cm blíže k žárovce a celý postup opakovali.



obr. 4

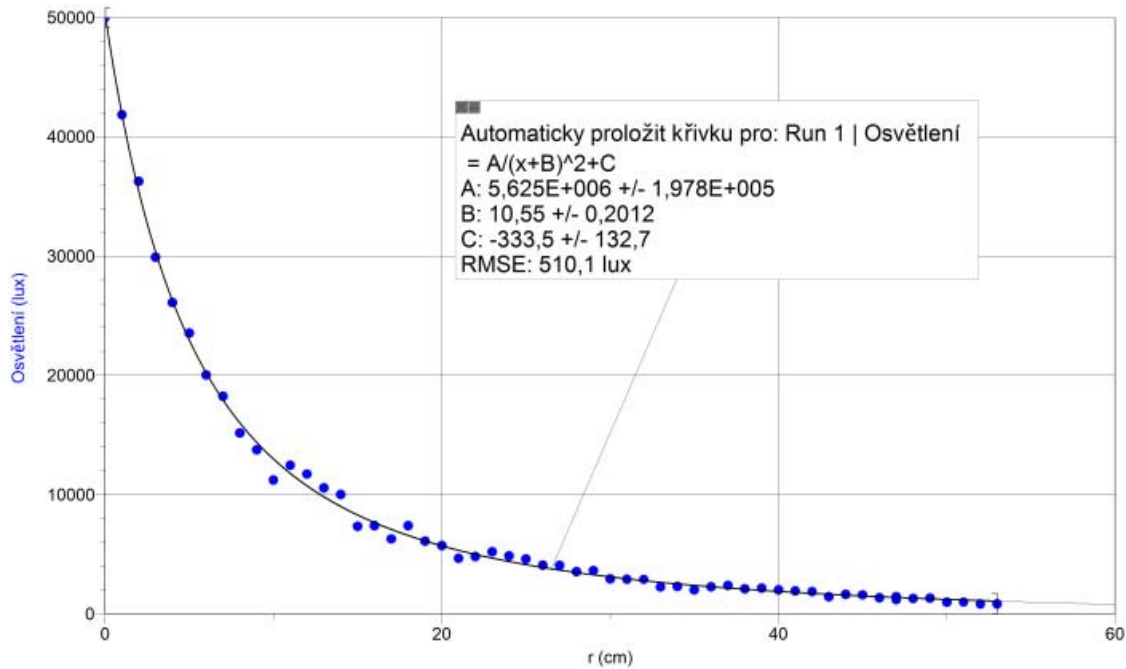
Záměrně jsme zvolili postup měření, při němž jsme začínali měřit při největší vzdálenosti čidel od žárovky (tj. při nejnižší teplotě vzduchu v daném místě) a postupně čidla k žárovce přibližovali. Při tomto způsobu měření nevznikaly dlouhé časové prodlevy nutné na postupné chlazení teploměru v relativně teplém okolním vzduchu místnosti. Postupný ohřev teploměru způsobený přibližující se sálající žárovkou byl výrazně rychlejší, než by bylo chlazení teploměru při jeho vzdalování od žárovky.

Po skončení měření jsme data zaznamenaná během měření uložili a importovali do programu LoggerPro. Až v něm jsme zjistili, že několik počátečních hodnot bylo zatíženo chybou, která vznikla patrně při neobratné manipulaci s jezdcem s čidly. Patrně jsme se omylem dotkli teplotního čidla a to zaznamenalo v největších vzdálenostech od žárovky zvýšenou teplotu. Zbytek měření byl již bez problémů. V programu LoggerPro jsme naměřená data proložili křivkou popsanou mocninou funkcí

$$f(x) = \frac{A}{(x+B)^2} + C, \quad (1)$$

kde $A \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$ a $B, C \in \mathbb{R}$. Jak je vidět z grafu závislosti teploty vzduchu na vzdálenosti čidel od žárovky zobrazeném na obr. 4, křivka odpovídá naměřeným datům velmi dobře.

Analogický postup jsme zvolili u zpracování závislosti osvětlení na vzdálenosti od žárovky (viz obr. 5). V obou grafech jsou uvedeny předpisy funkce (1), která byla použita k aproximaci naměřených dat, spolu s koeficienty vypočtenými příslušnými funkcemi programu LoggerPro.



obr. 5

Analogický experiment provedeme se žárovkou o výkonu 300 W (viz obr. 6).

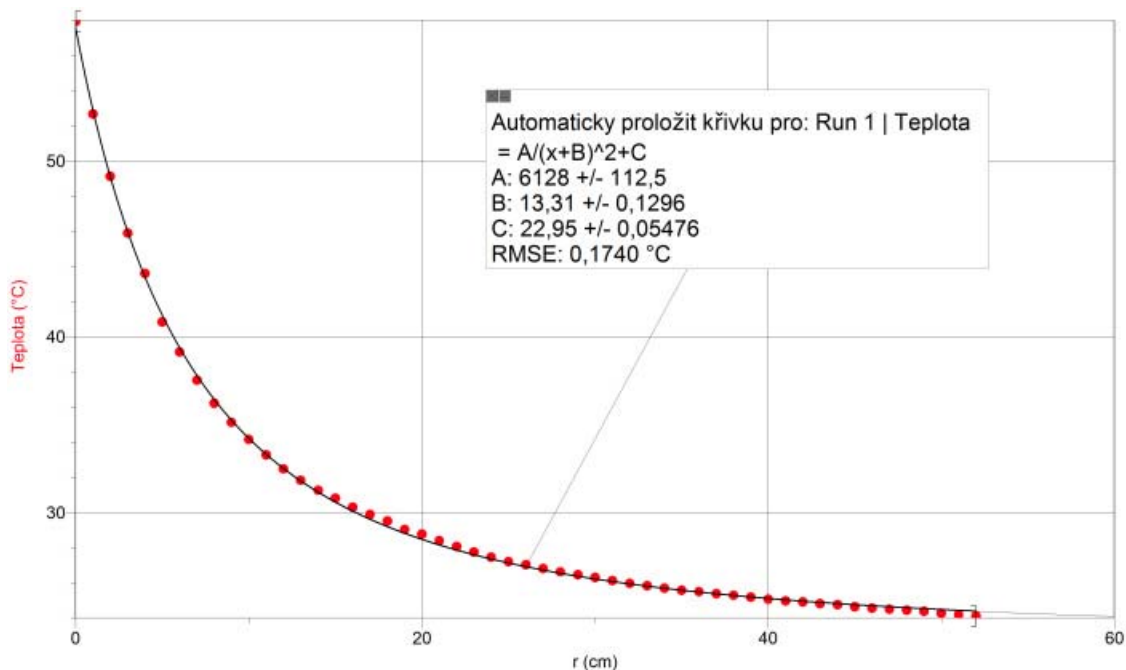
Postupovali jsme analogicky jako u minulého experimentu, jen jsme v nastavení LabQuestu *Režim měření - Události a hodnoty* zvolili také možnost *Průměr za 10 sekund*. To proto, že zejména hodnoty osvětlení relativně kolísají v čase - při příliš malé vzorkovací frekvenci se může projevit dokonce i tzv. aliasing, který ovlivňuje naměřená data.

Další postup byl stejný: jezdec jsme nastavili do nejvzdálenější polohy od žárovky, zapnuli žárovku a spustili měření. Vždy po určité době jsme spustili ukládání dat a po 10 s byli vyzváni k uložení aktuální vzdálenosti čidel od žárovky. Po skončení měření jsme naměřená a uložená data importovali do programu LoggerPro. V něm jsme spustili výpočet

parametrů aproximační mocninné funkce (1). Graf závislosti teploty vzduchu na vzdálenosti od žárovky spolu s nalezenou aproximační funkcí je zobrazen na obr. 7.



obr. 6

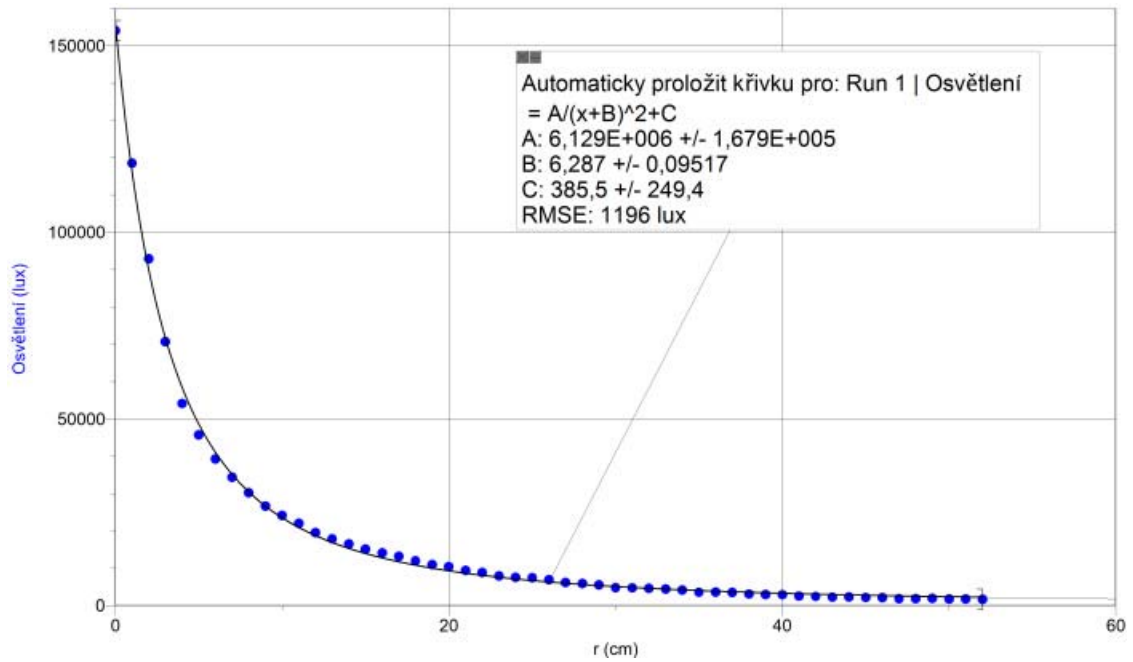


obr. 7

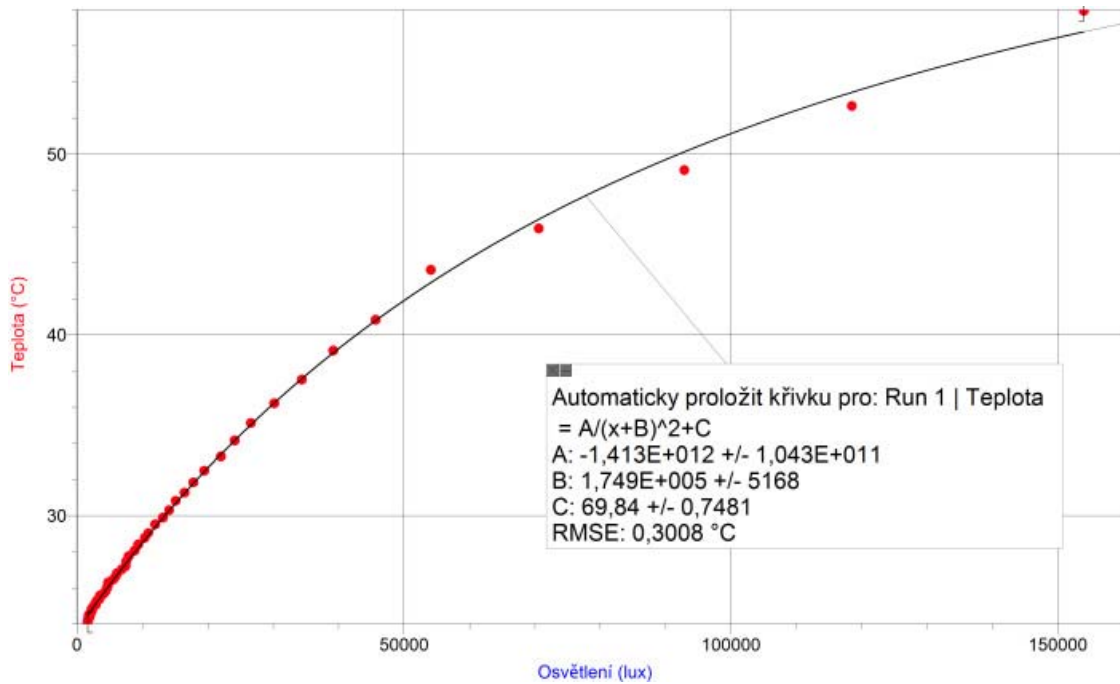
Analogickým postupem získáme graf závislosti osvětlení na vzdálenosti od žárovky, který je spolu s příslušnou aproximační funkcí zobrazen na obr. 8.

Porovnáním grafů závislosti osvětlení daného místa na vzdálenosti od svítící žárovky zobrazených na obr. 5 a obr. 8 je zřejmé, že výběr možnosti *Průměr za 10 sekund* v nastavení LabQuestu *Režim měření - Události a hodnoty* se ukázal jako velmi užitečný. Naměřená data zobrazená v grafu na obr. 8 nevykazují takový rozptyl od grafu aproximační funkce jako data zobrazená v grafu na obr. 5; při sběru dat pro tento graf nebyla totiž možnost *Průměr za 10 sekund* v příslušném nastavení zvolena.

V tomto případě jsme v programu LoggerPro velmi jednoduchou změnou zobrazovaných veličin v grafu zobrazili i graf závislosti teploty vzduchu na osvětlení způsobené žárovkou v dané vzdálenosti od ní. I tato data jsme proložili aproximační mocninou funkcí (1), která je spolu s naměřenými daty zobrazena na obr. 9. Mocninná funkce (1) se podle střední kvadratické chyby (na obr. 9 označena programem LoggerPro jako RMSE) ukázala vhodnější než např. exponenciální závislost sledovaných veličin.



obr. 8



obr. 9

Fyzikální popis:

Fyzikální popis [Fotometrických veličin](#), mezi něž patří také osvětlení měřené luxmetrem, je uveden v [Multimediální encyklopedii fyziky](#).