

Úloha I.5 ... Právě poledne

7 bodů; průměr 2,46; řešilo 116 studentů

Změřte co nejpřesněji čas pravého poledne. Nezapomeňte určit chybu měření a uvést datum a další podstatné okolnosti měření.

Za námět děkujeme Janu Kondziolkovi.

Měli jsme změřit čas pravého poledne. Tato úloha byla experimentální, takže za řešení výpočtem nemohl být plný počet bodů. Důležité bylo, abychom naměřili nějaká data a poté je správně zpracovali.

Nejprve jsme si navrhli metodu měření. Pro vzorové řešení jsme zvolili měření stínu tyče, která je kolmo upevněná na vodorovném povrchu. Právě poledne je okamžik, kdy stín, který vrhá tyč bude nejmenší.

Výsledky měření udává tabulka 1. Měření jsme provedli 19. října 2012. Čas měříme v mi-

Tabulka 1: Naměřené délky stínů l .

t [min]	l [mm]	t [min]	l [mm]
-110	262	-3	232
-105	259	3	236
-97	253	11	239
-89	247	15	240
-80	245	21	240
-66	238	32	249
-61	237	41	252
-50	234	49	253
-43	233	58	261
-35	232	70	270
-29	232	77	276
-24	231	82	280
-14	231	90	288

nutách a to tak, že čas $t = 0$ min odpovídá času 13:00. Tento posun jsme zavedli jenom proto, aby byly hodnoty časů malé a dobře se nám s nimi počítalo. Tento čas volíme také proto, že v den měření je letní čas a právě poledne se bude pohybovat kolem této hodnoty.

Naměřené vynesli do grafu č. 1 a proložili jsme je pomocí programu **gnuplot**¹ kvadratickou funkcí, která má rovnici

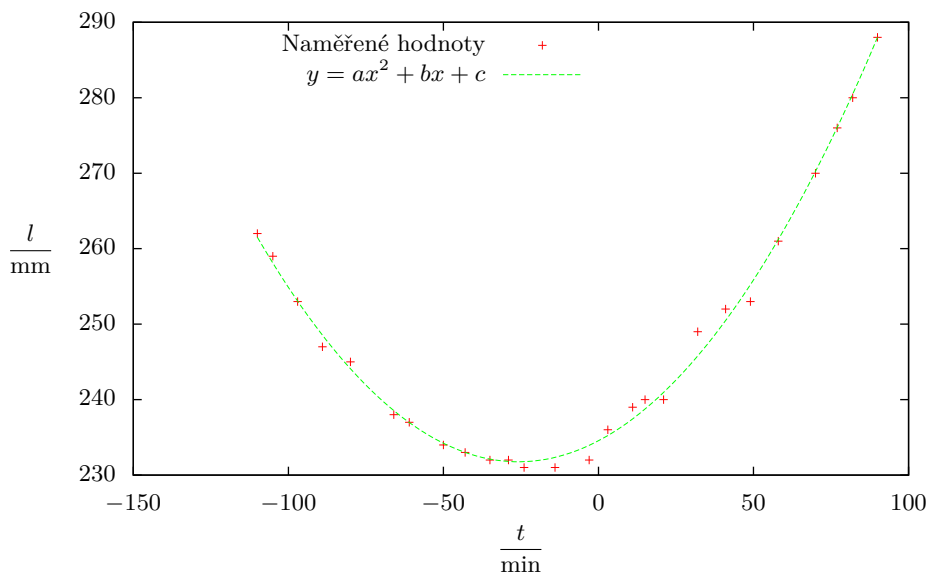
$$y = ax^2 + bx + c.$$

Minimum této funkce bude tam, kde leží její vrchol (tj. nejspodnější bod). Pro x -sovou souřadnici vrcholu kvadratické funkce platí

$$x = -\frac{b}{2a}. \quad (1)$$

Avšak z hlediska toho, že program **gnuplot** umí počítat i statistické chyby parametrů funkce, kterou data prokládáme (tzv. *fitovaných* parametrů), bude pro nás výhodnější přepsat

¹Návod, jak pomocí programu **gnuplot** zpracovávat naměřená data, najdete na <http://fykos.cz/sex/jak-na-to>.



Obr. 1: Grafická reprezentace naměřených hodnot

kvadratickou funkci rovnou tak, aby v ní vrchol vystupoval jako parametr přímo, abychom pak chybu nemuseli složitě přepočítávat

$$y = k(x - m)^2 + p,$$

kde m je x -ová souřadnice vrcholu parabory (původně $-b/2a$).

Z výstupu `gnuplotu` odečteme

$$m = -25,7887 \pm 0,5418, \quad k = 0,00419552 \pm 7,131 \cdot 10^{-5}, \quad p = 231,766 \pm 0,3466.$$

a můžeme tedy rovnou určit čas pravého poledne (chybu zaokrouhlíme nahoru)

$$x = (-25,8 \pm 0,6) \text{ min}$$

Pravé poledne tedy nastalo v 12:34:10 s přibližně minutovou přesností (předpokládáme, že hodinky jsme měli nastavené přesně).

Jiné způsoby měření

Někteří z vás zvolili jiný způsob měření. Jedna skupina neměřila délku stínu, ale jeho směr. Zjistíme si kde je sever a vyznačíme si tento směr na vodorovné stínítko, kam nám vrhá stín tyč kolmá k našemu stínítku. Protože neměříme velikost, můžeme nahradit tyč dostatečně zatíženým provázkem a tím docílíme kolmého směru. Nevýhodou této metody je, že musíme určit, kdy „už“ je stín ve zprávném úhlu. Také směr magnetického severu není přesně směr zeměpisného severu. Drobné vylepšení této metody je, že měříme v různých časech úhel stínu vůči severnímu. Poté provedeme obdobné zpracování jako u předešlé metody. Akorát místo délek máme úhly.

Další metoda, kterou použila skupina z vás, byla určit východ a západ slunce a pak z nich vypočítat střed. Tato metoda potřebuje zcela vodorovné prostředí, které se v České republice moc nevyskytuje. Proto je chyba u této metody značná.

Poznámky k došlým řešením

Velká část z vás, kteří jste použili poslední popsanou metodu, východ a západ slunce neměřila, ale odečetla ji z nějakého zdroje. Toto je experimentální úloha, tudíž se mají hodnoty měřit. To platí i pro ty z vás, kteří použili jiného výpočtu (neměřili).

Petr Pecha

xlfd@vyfuk.mff.cuni.cz

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.