

Úloha IV.E ... Podivné nůžky

8 bodů; průměr 6,11; řešilo 38 studentů

Lada nedávno přemýšlela nad následujícím problémem. Chtěla zjistit, kde se nachází těžiště nůžek, které jsou rozevřeny na 30° . Místo zdlouhavého počítání se na to rozhodla přijít experimentálně.

Pomozte Ladě a zkuste najít těžiště nůžek a to pro alespoň 4 úhly jejich pootevření. Pro každý úhel změřte vzdálenost mezi těžištěm a středem nůžek.¹ Následně vynesete naměřené hodnoty do grafu závislosti vzdálenosti těžiště na úhlu pootevření. Svůj postup nezapomeňte řádně okomentovat.

Poznámka: Úhel pootevření můžete zafixovat malým (zanedbatelným) množstvím izolepy.

Jistě by všichni z vás bez problémů zvládli určit polohu těžiště nepravidelného obrazce. Stačilo by obrazec zavěsit postupně za několik bodů a současně ze stejných míst spustit nit zatíženou závažím. Tím se zjistí poloha těžnic a jejich průsečík udává těžiště. Nůžky jsou sice o něco složitější předmět, než je pouhý plochý obrazec, nicméně s trochou šikovnosti můžeme postupovat analogicky.

Pro tento experiment je výhodné vybrat nějaké symetrické nůžky, protože pak s jistotou víme, že těžiště leží na ose symetrie a stačí nám určit pouze jednu souřadnici těžiště. Dále musíme zvolit vhodnou měřicí aparaturu a postup, který nám maximalizuje přesnost měření. Jednou z možností je například tato: Nůžky rozevřeme na požadovaný úhel, zafixujeme izolepou a velmi schematicky je obkreslíme na papír (stačí pár vodících bodů nebo čar) včetně osy symetrie. Poté nůžky zavěsíme za tenkou nit na nástěnku a připíchneme za ně papír s nákresem tak, aby odpovídal aktuální poloze nůžek. Ze stejného bodu, jako visí nůžky, spustíme také nit se závažím (představující svislici) a poznačíme si místo, kde nit protne zakreslenou osu symetrie (druhou kolmicí).

Takto jsme zjistili polohu těžiště a nyní nám už zbývá jen určit polohu středu nůžek. To snadno uděláme tak, že opatrně zatlačíme na středový čep, čímž se nám obtiskne na papír. Sundáme-li papír z nástěnky, jednoduše můžeme změřit vzdálenost těžiště od středu nůžek.

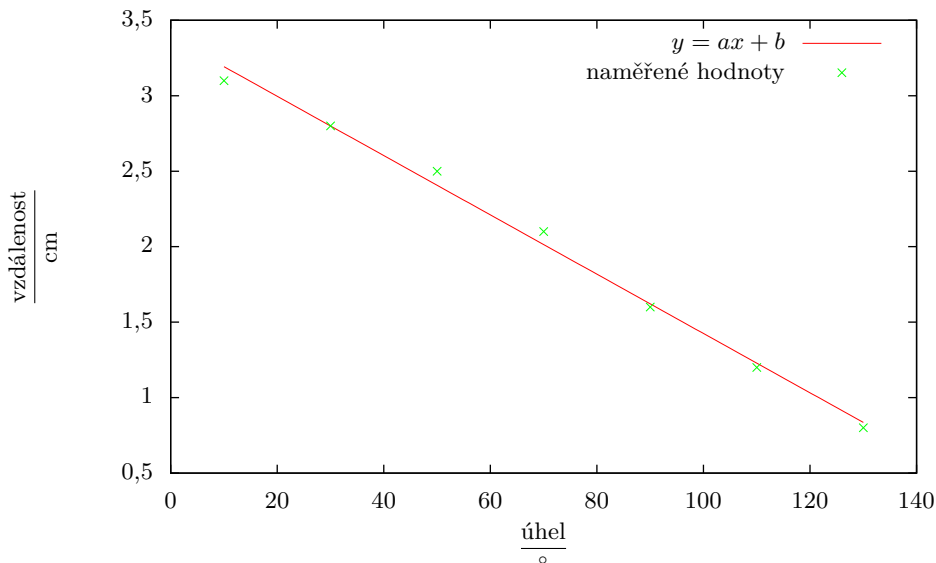
úhel rozevření	10°	30°	50°	70°	90°	110°	130°
$\frac{\text{vzdálenost}}{\text{cm}}$	3,1	2,8	2,5	2,1	1,6	1,2	0,8

Tabulka 1: Výsledky měření

Z naměřených hodnot je zřejmé, že mezi úhlem rozevření nůžek a vzdáleností těžiště od středu je nepřímá úměra.² To je dobře patrné, sestrojíme-li graf závislosti obou hodnot. Všimněte si, že grafem proložená přímka protíná téměř všechny vynesené body, což nám ukazuje, že naše měření bylo poměrně přesné. Programy pro vykreslování grafů (např. Excel) vám dokáží i číselně určit chybu takového měření, abyste věděli, na kolik jistí si můžete být uvedeným vý-

¹To je to místo, kde jsou ramena nůžek spojena.

²Ve skutečnosti však závislost těchto dvou veličin nepředstavuje přímka, ale část grafu funkce $\cos x$, která se pro měřené úhly přímce velmi podobá.



Obr. 1: Graf závislosti polohy těžiště na úhlu rozevření

sledkem. Třeba v našem případě je chyba parametrů rovnice přímky, kterou jsme graf proložili, $a = 3,5\%$, $b = 1,7\%$.

Veronika Dočkalová
 verca@vyfuk.mff.cuni.cz

Fyzikální korespondenční seminář 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/>.