

Úloha VIII.3 ... Vlastnosti vlaštovek 10 bodů; průměr 6,15; řešilo 121 studentů

Bětka v létě ležela na zádech v trávě a přemýšlela o krásách fyziky. Myšlenky se jí však postupně zatoulaly ke kluzákům, které jí létaly nad hlavou. Zamyslela se, jak je možné, že umí volně plachtit, aniž by spadly na zem. Rychle se zvedla a běžela domů, kde se pokusila poskládat si z papíru vlaštovku s co největším doletem.



Udělej to stejné, co Bětka. Poskládej alespoň 3 různé modely papírových vlaštovek a pokus se objektivně změřit vzdálenost, do níž doletí. Který model létá nejlépe?

Hrají roli nějaké vychytávky, které se u vlaštovek používají? Mohou jimi být ohnutí špiček křídel nahoru nebo drobné zatížení špičky. Vyber si jednu z vlaštovek, které jsi poskládal, a změř alespoň pro tři různé vychytávky, zda s nimi doletíš dál.

Neboj se zapojit svou fantazii, ať už při výrobě vlaštovek nebo jejich vylepšování!

Doporučení: Dolet vlaštovky vždy měř raději několikrát, protože se může při různých hodech poměrně výrazně měnit.

Teorie

Při popisu vlaštovek je můžeme přirovnat k reálným letadlům. Existuje mnoho různých způsobů, jak vlaštovku postavit, jaký jí dát tvar či jaké změny na ní provést, aby létala ještě lépe. Různé tvary křídel různě ovlivňují letecké vlastnosti, a proto se v tomto experimentu budeme snažit jednotlivé designy porovnat a zjistit, který létá nejlépe. Především je potřeba zaměřit se na tvar a velikost křídel, která jsou největším faktorem při samotném letu. Nicméně i další vlastnosti, jako je rozložení váhy či poloha křídel relativně k těžišti, jsou důležité.

Obdobně jako skutečná letadla i vlaštovky mohou mít různá vylepšení. Skutečná letadla například využívají klapky na křídlech pro kontrolu sklonu, změnu polohy palivových nádrží pro lepší rozložení váhy či tzv. *wingletů*, což jsou menší křídélka na konci hlavních křídel, jejichž úkolem je vytvářet vztlak a zvyšovat účinnost letadla narušením turbulentního proudění vznikajícího za špičkou křídel.

Měření

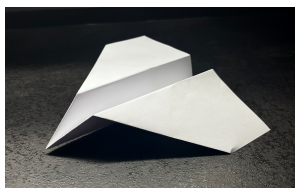
V našem měření jsme pozorovali celkem 3 různé vlaštovky, jejichž fotografie jsou na obrázcích 1, 2 a 3. Experiment byl prováděn v uzavřené místnosti. Každá vlaštovka byla hozena pod zhruba stejným úhlem a s využitím podobné síly. Délka doletu každé z vlaštovek byla měřena celkem 15krát a následně byl vypočítán aritmetický průměr a směrodatná odchylka aritmetického průměru pro danou vlaštovku.

Vidíme, že nejdále létala 2. vlaštovka – na ní jsme vyzkoušeli udělat 3 následující vylepšení: ohnutí konců křídel, vytvoření zářezů na konci vlaštovky a zatížení špičky kancelářskou sponkou.

Z naměřených dat vidíme, že první úprava (ohnutí konců křídel) napomohla k delšímu doletu, druhá (vytvoření zářezů na konci vlaštovky) dolet výrazně neovlivnila. Naopak přidáním závaží se délka doletu zásadně zmenšila a papírové letadélko mnohem dříve padalo k zemi.



Obrázek 1: Vlaštovka č. 1



Obrázek 2: Vlaštovka č. 2



Obrázek 3: Vlaštovka č. 3

n	$\frac{d_1}{\text{cm}}$	$\frac{d_2}{\text{cm}}$	$\frac{d_3}{\text{cm}}$
1.	392	421	526
2.	312	548	385
3.	282	544	568
4.	244	483	501
5.	259	438	572
6.	300	419	388
7.	323	473	408
8.	253	421	482
9.	312	592	408
10.	406	463	502
11.	322	586	431
12.	330	442	468
13.	286	573	419
14.	311	398	378
15.	394	461	402
průměr	315 ± 13	484 ± 13	456 ± 17

Tabulka 1: Dolet jednotlivých vlaštovek

n	$\frac{d_1}{\text{cm}}$	$\frac{d_2}{\text{cm}}$	$\frac{d_3}{\text{cm}}$
1.	502	421	263
2.	494	548	325
3.	456	544	375
4.	490	483	421
5.	596	438	296
6.	423	419	334
7.	467	473	317
8.	588	421	224
9.	497	592	285
10.	476	463	312
11.	471	586	328
12.	398	442	211
13.	523	573	385
14.	488	398	414
15.	475	461	297
průměr	490 ± 13	484 ± 17	319 ± 16

Tabulka 2: Dolet druhé vlaštovky po úpravách, úpravy jsou popořadě: ohnutí konců křídel, vytvoření zářezů na konci vlaštovky a zatížení špičky kancelářskou sponkou

Diskuze

Z výsledků je více než patrné, že naše měření bylo velice nepřesné. Na nepřesnost měření má vliv hned několik faktorů. Není prakticky možné, aby byla vždy každá vlaštovka hodena stejně (může se lišit počáteční rychlost, kterou vlaštovku hodíme, úhel letu, či úchop při házení). Zároveň při každém dalším měření vlaštovka dopadá či naráží na zem, tím se lehce mění její tvar, což může mít také vliv na výsledky měření. Pokud bychom chtěli docílit přesnějších výsledků, museli bychom pro házení vlaštovek využít mechanických přístrojů, které zajistí stejné podmínky pro každý hod.

Závěr

Nejlépe létal nejmenší model vlaštovky s přidáním několika vychytávek – ohnutí křídel a vytvoření zářezů (zatížení špičky se nám jako vylepšení neosvědčilo). Naopak nejhůře létal model vlaštovky bez špičky.

Hedvika Kršková
hedvi@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

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