

Analýza pohybu skákajícího míče

Pavel Böhm

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření; využívá zákon zachování energie při řešení problémů a úloh

Klíčová slova: zachování energie, ztráty energie, periodické děje, exponenciální funkce

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

45 min

Obtížnost:

vysoká

- Úkol**
- 1) Změřte pomocí sonaru polohu těžiště skákajícího míče.
 - 2) Najděte vztah mezi sousedními maximálními dosaženými výškami.
 - 3) Proložte lokálními maximy vhodnou křivku.

Pomůcky Sonar Vernier Go!Motion, počítač s programem Logger Pro, délkové měřidlo na změření průměru míče, gymnastický míč, pumpička na nafouknutí míče

Teoretický úvod Při pohybu skákajícího míče dochází ke ztrátám energie zejména v důsledku deformace míče při odrazu. Důsledkem je snižující se maximální výška, do které míč po odrazu vyletí.

- Vypracování**
- 1) Nafoukněte velký gymnastický míč a změřte jeho průměr.
 - 2) Nastavte sonar do polohy s širším kuzelem (přepínač v poloze „Míč“) a připojte k počítači. Doba měření nastavte na 15 s (**Experiment**→**Sběr dat**).
 - 3) Umístěte míč zhruba 20 až 30 cm pod sonar, spusťte měření a upustěte míč.
 - 4) Pro lepší přehlednost invertujte v grafu směr osy y tak, aby poloha rostla směrem dolů. Toho dosáhnete přepsáním krajních hodnot.
 - 5) Zaznamenaný průběh pohybu uložte. Pokud míč příliš brzy odskočil mimo kužel ultrazvukových vln, měření zopakujte. Měli byste mít aspoň 5 zachycených odrazů.
 - 6) Vyplňte tabulku maximálních výšek těžiště. Při odečtu z grafu použijte ikonu **Odečet hodnot**. Nezapomeňte, že sonar měří vzdálenost mezi hlavicí a pláštěm míče!

po kterém odrazu	výška těžiště nad zemí (m)
1	
2	
3	
4	
5	

- 7) Najděte přibližný matematický vztah mezi sousedními hodnotami v tabulce.
- 8) S využitím menu **Analýza**→**Model** najděte vhodnou matematickou funkci, kterou lze proložit lokální maxima naměřeného grafu.

Analýza pohybu skákajícího míče

Pavel Böhm

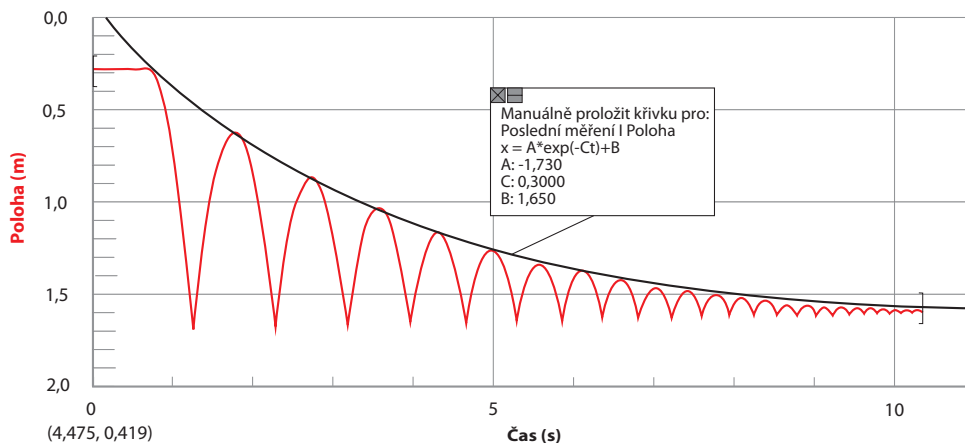
Zpracování Při zpracování grafu je potřeba naměřené hodnoty přepočítat na polohu těžiště. K tomu je zapotřebí znát poloměr míče. Zjistil jsem, že samotný úkol „změřte poloměr/průměr míče“ je pro řadu žáků netriviální.

Moji žáci vymysleli a použili dva různé způsoby měření průměru míče:

- 1) Změřili délku provázku obtočeného kolem „rovničku“ a průměr dopočetali.
- 2) Přitiskli jemně míč ke stěně (aby se nedeformoval) a z druhé strany přiložili sešit tak, aby se jedna strana dotýkala země a druhá míče. Pak změřili vzdálenost rohu sešitu od stěny.

Ukázka výsledků Průměr hodně nafouknutého míče byl 61 cm.

Graf ukazuje typická naměřená data (červeně) včetně proložení exponenciály (černě).



po kterém odrazu	výška těžiště nad zemí (m)	podíl nové a předchozí hodnoty
1	1,36	
2	1,11	0,82
3	0,94	0,85
4	0,86	0,92
5	0,71	0,82

Průměrný úbytek energie po každém odrazu je asi 15 %.

V programu Logger Pro lze přímo vkládat model (křivku dle zvolených parametrů): **Analýza** → **Model**. Žáci tak mohou zkusit nejrůznější křivky a jejich parametry. Metodou pokus-omyl tak zjistí, že lokálními maximy lze dobře proložit exponenciálou.

Poznámka Úlohu je možno zařadit také do předmětu Matematika v kapitole Exponenciální funkce.