

# **Skákání pružného míčku**

**Projekt na volitelnou fyziku**

Ondřej Novák

Gymnázium Trutnov

2015/2016

## Úvod

Tento rok jsem si vybral jako téma svého projektu na volitelnou fyziku zadání praktickou úlohu z domácího kola 54. ročníku fyzikální olympiády, skupiny B1: pomocí programu AUDACITY zaznamenat zvuk dopadů míčku, vypočítat dobu trvání jednotlivých poskoků a ověřit jestli tvoří geometrickou posloupnost a určit její koeficient  $q$ , vypočítat celkovou dobu poskakování míčku a porovnat ji s dobou odečtenou ze záznamu, vypočítat výšky jednotlivých poskoků a sestrojít graf jejich závislosti na pořadí odrazu.

## Teoretický rozbor

**Geometrická posloupnost** je druh matematické posloupnosti, kde platí, že libovolný člen krom prvního je stálým násobkem předchozího. Tento násobek nazýváme *kvocient* a označujeme ho písmenem  $q$ .

Celý pokus závisí na **Zákonu zachování energie**, který říká, že energii nelze ani vyrobit ani zničit, ale pouze přeměnit na jiný druh.

Pohyb, který vykonává míček mezi dvěma odrazy je **svislý vrh vzhůru**, u kterého zanedbáváme odpor vzduchu. Já jsem použil vzorec pro dobu letu při svislém vrhu vzhůru:

$$\tau_i = \frac{2v_i}{g}$$

$\tau_i$  ... doba letu

$v_i$  ... rychlost míčku

$g$  ... gravitační zrychlení

**Koeficient restituce** je definován jako podíl velikosti rychlosti odrazu a velikosti rychlosti dopadu míčku.

$$k = \frac{v_o}{v_d}$$

$k$  ... koeficient restituce

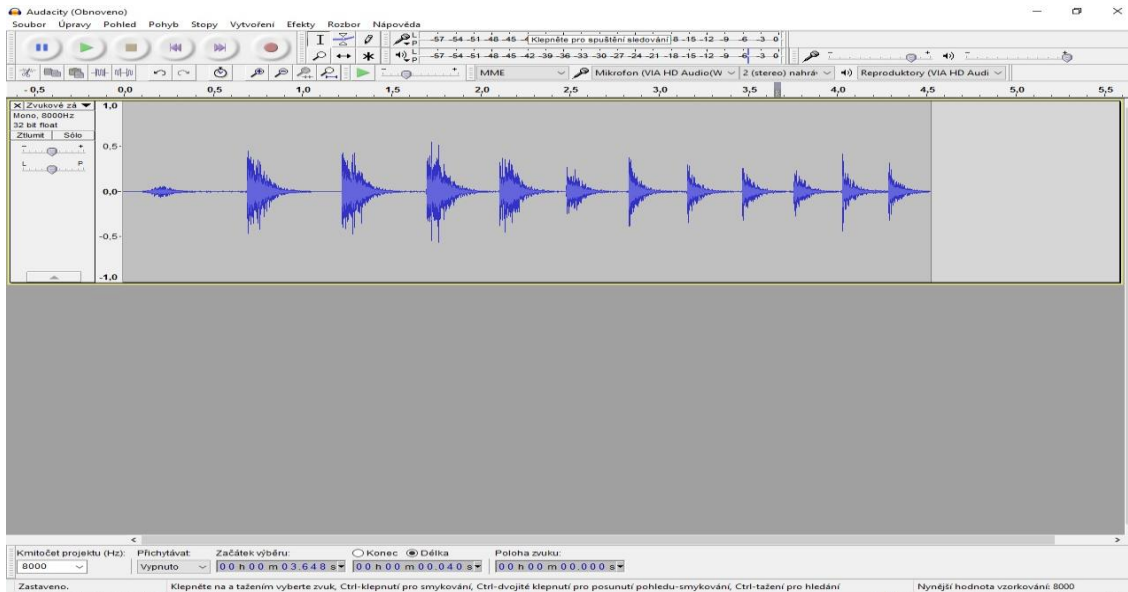
$v_o$  ... velikost rychlosti odrazu

$v_d$  ... velikost rychlosti dopadu

## Vypracování

Projekt jsem naměřil a vypracoval z pohodlí svého domova. K naměření hodnot jsem použil pouze golfový míček, telefon s mikrofonem, metr a volně stáhnutelný program AUDACITY. Pomocí metru jsem vyměřil půl metru do výšky a z této výšky jsem poté spustil golfový míček volným pádem směrem na podlahu a současně pustil nahrávání

zvuku na mobilu. Tím mi vznikl zvukový záznam odrazů míčku od podlahy. Ten jsem následně vložil do AUDACITY.



Poté jsem v tomto programu určil podle časové osy časy jednotlivých dopadů. S těmito údaji jsem mohl vypočítat doby jednotlivých poskoků podle zadaného vzorce pro dobu poskoku:

$$\tau_i = t_{i+1} - t_i$$

Z rozdílů mezi dobami poskoků jsem zjistil, že jde o geometrickou posloupnost a určil jsem kvocient  $q$  o průměrné hodnotě  $0,92 \pm 0,018$ . Samozřejmě to nebyly dokonale pružné odrazy bez ztrát, takže i kvocient se lišil.

V dalším kroku jsem vypočítal teoretickou dobu trvání celého děje pomocí vzorce pro celkovou dobu poskoku :

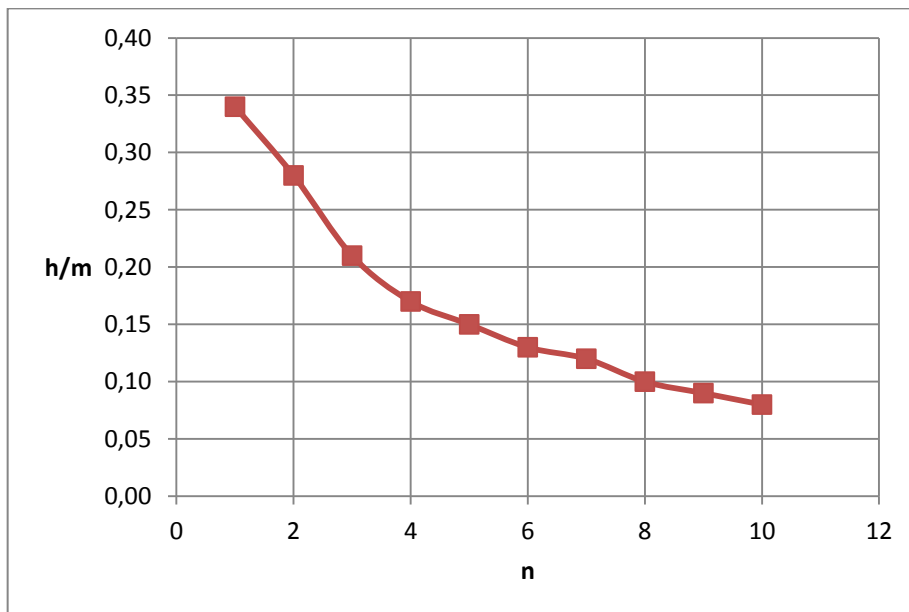
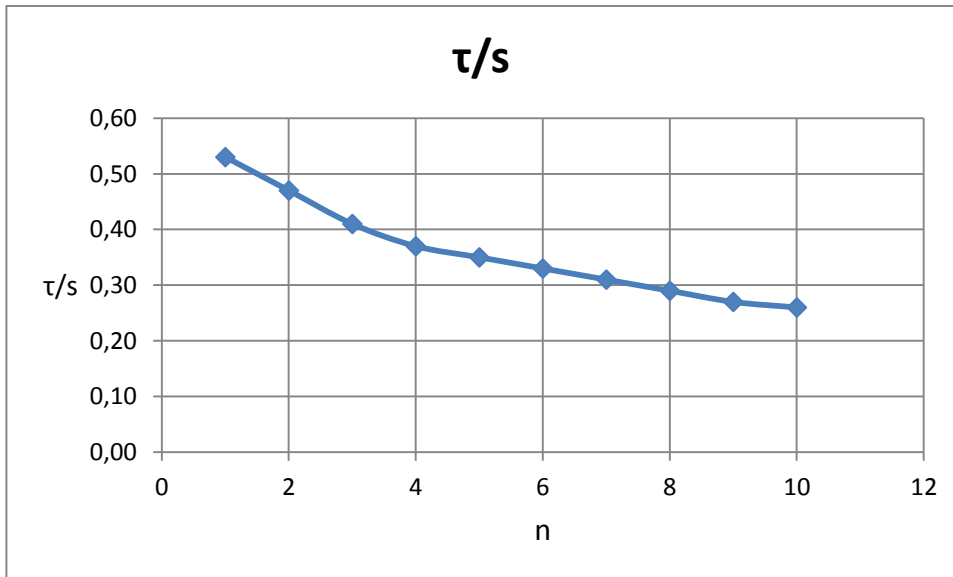
$$t_{\text{celk}} = \frac{\tau_1}{1 - q}$$

Výsledek byl 3,791 s, to bylo ovšem o 0,192 s delší, než doopravdy naměřená hodnota, což můžeme dát za vinu přeměně části kinetické energie na jiné typy, odporu vzduchu, nerovnosti podložky, od které se míček odrážel a dalším faktorům. Výšku poskoku jsem vypočítal ze vzorce:

$$h_i = \frac{1}{2}g \left( \frac{\tau_i}{2} \right)^2 = \frac{g\tau_i^2}{8}$$

Výsledky jsem zpracoval do tabulky a vytvořil graf závislosti výšky poskoku na pořadí poskoku.

odraz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
t/s	0,697	1,226	1,7	2,111	2,485	2,835	3,162	3,471	3,761	4,032	4,289	naměřeno	teor doba
$\tau$ /s	0,53	0,47	0,41	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	-	3,599	3,791
h/m	0,34	0,28	0,21	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	-		
q	0,90	0,87	0,91	0,94	0,93	0,94	0,94	0,93	0,95	průměr	0,92± 0,02		
										směrodatná odchylka	0,02		





použitý golfový míček

## Závěr

Projekt zahrnoval více počítání než experimentování. Zjistil jsem, že doby poskoků za sebou tvoří geometrickou posloupnost o určitém  $q$ . Po vložení do grafu jsem viděl, že tvoří funkci  $y=1/x^2$ . Výsledky nejsou moc přesné dáno podmínkami, ve kterých jsem projekt vypracovával.