

Měření tíhového zrychlení

Eva Bochníčková

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje získaná data formou grafu; zpracováním grafu určí hledanou veličinu, kterou porovná s její tabulkovou hodnotou; diskutuje případné odlišnosti

Klíčová slova: gravitační pole, tíhové zrychlení, pohyb rovnoměrně zrychlený

Laboratorní práce

Doba na přípravu:

5 min

Doba na provedení:

90 min

Obtížnost:

střední

Úkol Určete tíhové zrychlení s využitím volného pádu tělesa *Picket Fence*.

Pomůcky Pomůcka *Picket Fence* („tyčkový plot“), LabQuest, optická závora Vernier Photogate, stojan, počítač

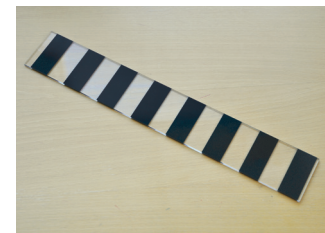
Teoretický úvod Volný pád je nejjednodušším příkladem pohybu těles v tíhovém poli Země. Pokud zanedbáme sílu odporu prostředí, působí na těleso padající volným pádem pouze síla tíhová, která dle druhého Newtonova zákona udává tělesu konstantní zrychlení. Těleso se jejím působením pohybuje rovnoměrně zrychleně se zrychlením g . Hodnota tíhového zrychlení závisí na naší poloze na Zemi: největší hodnoty dosahuje na pólech a nejmenší na rovníku. Dohodou je stanoveno tzv. normální zrychlení $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$.

Pro rychlost a dráhu volného pádu platí:

$$v = g \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Pomůcka *Picket Fence* je plastová destička, která je opatřena osmi zcela neprůhlednými pásky o přesně definované šířce (šířka pásky a mezery je 5 cm). Při průchodu optickou závorou je tímto páskem svazek v závoře zastíněn a umožňuje nám měřit dobu průchodu pásky optickou závorou. Pokud destička padá volným pádem, doba zaclonění závoře se u jednotlivých po sobě jdoucích pásků zkracuje s tím, jak se rychlost volného pádu zvyšuje. Program Logger Pro zaznamená do tabulky stav závoře (1 = blocked, 0 = unblocked), vzdálenost uraženou padajícím tělesem (tedy šířku pásky) a dopočítá okamžitou rychlost a zrychlení.



- Postup**
1. Optickou závoru upevníme do stojanu v horizontální poloze a propojíme s LabQuestem (pozor – digitální vstup DIG 1 na pravé straně).
 2. LabQuest propojíme s počítačem a spustíme program Logger Pro.
 3. Na ploše ponecháme grafy $v = f(t)$ a $a = f(t)$. V nabídce **Nastavení grafu** zrušíme možnost **Spojovat body**.
 4. Upravíme vhodně parametry experimentu. V nabídce **Sběr dat** ponecháme časovou závislost a délku trvání zvolíme podle toho, provádíme-li měření sami nebo ve dvojici. V prvním případě lze doporučit 20 s, abychom mohli měření spustit a pak v klidu zvládnout vypuštění tělesa.
 5. Spustíme měření, *Picket Fence* necháme volným pádem projít optickou závorou. Výsledky se zaznamenají do tabulky a současně se objeví grafy. K úpravě rozsahů grafů použijeme možnost **Automatické měřítko**.
 6. Data v grafu závislosti rychlosti na čase proložíme přímkou, jejíž směrnice je rovna hodnotě tíhového zrychlení.
 7. Měření opakujeme celkem 5x. Hodnoty zrychlení zapíšeme do tabulky a statisticky zpracujeme.
 8. Srovnáme s reálnou hodnotou tíhového zrychlení a uvážíme, co mohlo způsobit případnou odchylku.

Měření tíhového zrychlení

Tabulka:

číslo měření	1	2	3	4	5
$g \text{ (m/s}^2\text{)}$					

$$g = (\quad \pm \quad) \text{ m/s}^2$$

Pohyb těles v gravitačním poli

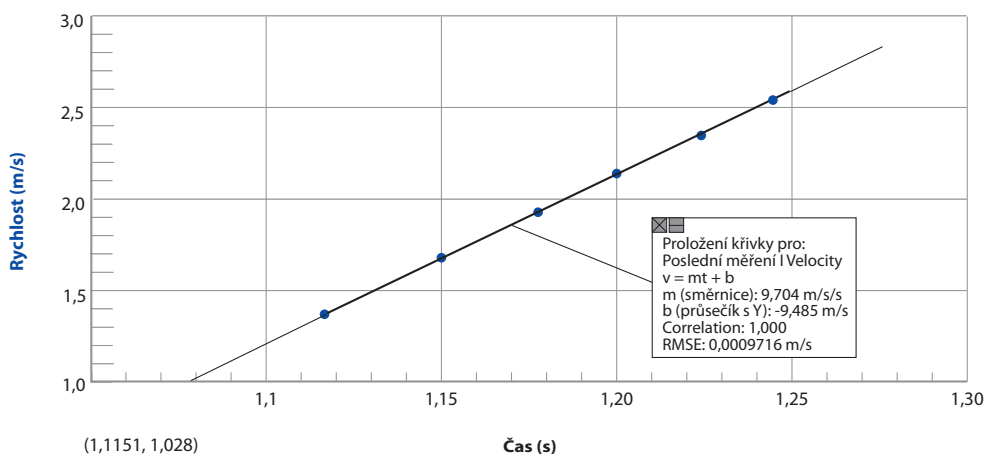
Měření tíhového zrychlení

Eva Bochníčková

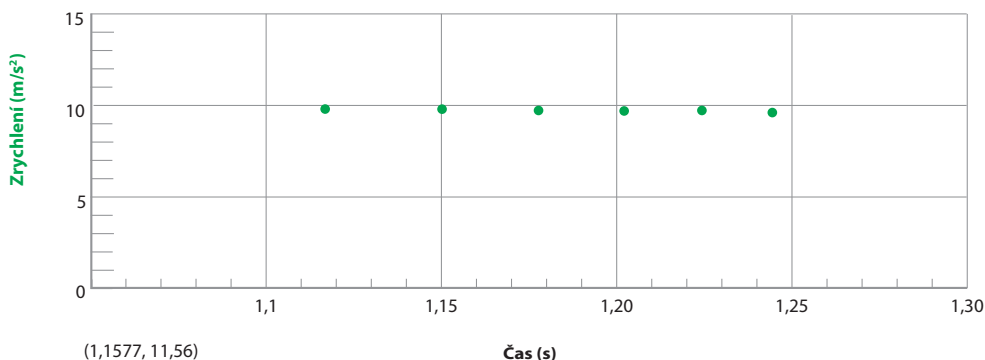
Ukázka tabulky s výsledky tří měření:

GateState = Odblokováno Vzdálenost = 0,350 m Velocity = 2,491 m/s Acceleration = 9,65 m/s ²									
Poslední měření					Měření 1				
čas (s)	GateState	d (m)	Velocity (m/s)	acc (m/s ²)	čas (s)	GateState	d (m)	Velocity (m/s)	acc (m/s ²)
1	1	0,000			1,075124	1	0,000		
2	1				1,098318	0			
3	1	0,050	1,170	9,73	1,118337	1	0,050	1,367	9,74
4	1				1,135288	0			
5	1	0,100	1,530	9,70	1,151085	1	0,100	1,686	9,75
6	1				1,165096	0			
7	1	0,150	1,819	9,67	1,178554	1	0,150	1,954	9,71
8	1				1,190779	0			
9	1	0,200	2,068	9,69	1,202699	1	0,200	2,188	9,68
10	1				1,213686	0			
11	1	0,250	2,289	9,62	1,224502	1	0,250	2,399	9,69
12	1				1,234574	0			
13	1	0,300	2,491	9,65	1,244534	1	0,300	2,592	9,56
14	1				1,253899	0			
15	1	0,350			1,263184	1	0,350		
16	1				1,271967	0			
17									
18									

Ukázka zpracování výsledků jednotlivého měření – graf $v = f(t)$, proložení přímkou. Hodnota tíhového zrychlení určená ze směrnice je 9,704 m/s².



Na druhém grafu je závislost zrychlení na čase při jednom průchodu plastové destičky optickou závorou.

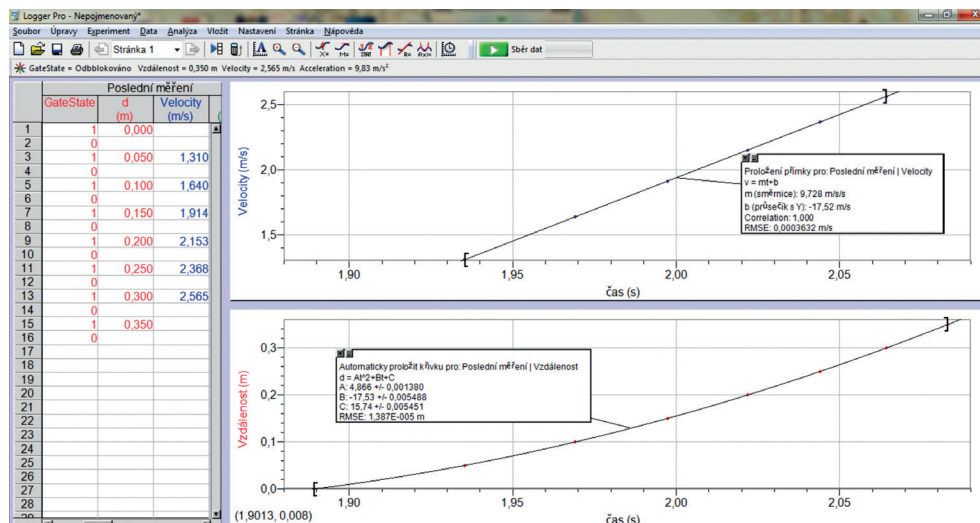




Měření tíhového zrychlení

Ukázka druhého pokusu, $g = 9,728 \text{ m/s}^2$.

Třetí graf ukazuje možnost ověření hodnoty g užitím závislosti dráhy na čase a proložení parabolou ve tvaru $A \cdot t^2 + B \cdot t + C$. Koeficient A je roven $\frac{1}{2}g$, a tedy dává hodnotu $g = 2 \cdot A = 9,732 \text{ m/s}^2$.



Tabulka s výsledky pěti pokusů:

číslo měření	1	2	3	4	5
$g \text{ (m/s}^2\text{)}$	9,804	9,722	9,800	9,771	9,748

$$g = (9,77 \pm 0,02) \text{ m/s}^2$$

Poznámka

Je nutné zajistit, aby *Picket Fence* dopadal na měkký povrch, a nedošlo tak k jeho poškození.

Pro dobré výsledky je důležité, aby *Picket Fence* procházel závorou kolmo na svazek. V opačném případě neodpovídá garantovaná vzdálenost 5 cm.