

# Studium pohybu na nakloněné rovině

Vítězslav Nečas

**Výstup RVP:** žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření, analyzuje způsob pohybu kuličky na nakloněné rovině

**Klíčová slova:** rychlost, zrychlení

**Laboratorní práce**

Doba na přípravu:

**5 min**

Doba na provedení:

**90 min**

Obtížnost:

**střední**

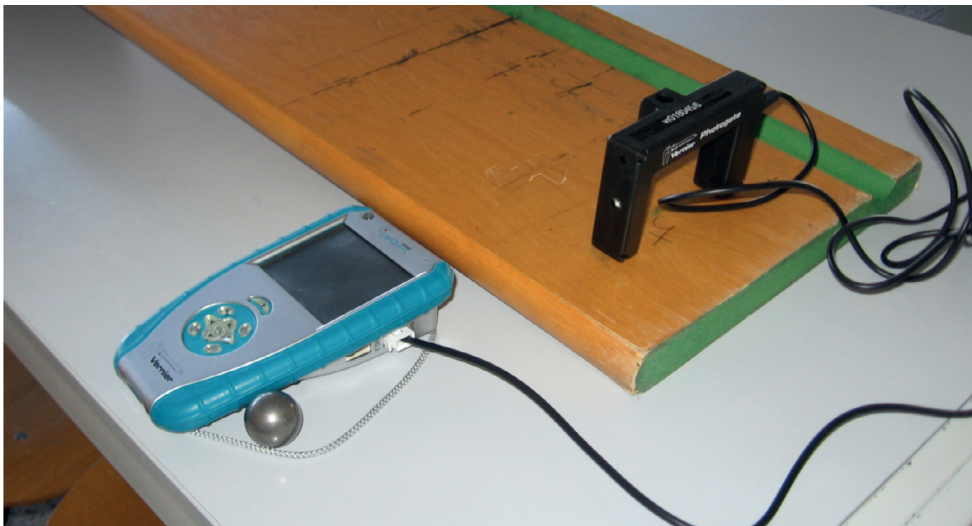
**Úkol** Ověřte, jestli pohyb kuličky na nakloněné rovině je rovnoměrně zrychlený s konstantním zrychlením. Určete zrychlení kuličky. Sestrojte graf závislosti zrychlení na dráze uražené kuličkou. Měření zpracujte na počítači v MS Excel.

**Pomůcky** Ocelová kulička, posuvné měřidlo, experimentální měřicí systém Vernier – LabQuest, optická závora (Photogate), nakloněná rovina, délkové měřidlo

**Teoretický úvod** Pohyb kuličky po nakloněné rovině je rovnoměrně zrychlený s konstantním zrychlením, které závisí pouze na úhlu sklonu nakloněné roviny.

Rychlost kuličky ve spodní části nakloněné roviny bude závislá na dráze, kterou kulička urazí (na době zrychleného pohybu).

## Vypracování



Na konec nakloněné roviny umístíte optickou závoru Photogate připojenou k LabQuestu do kanálu DIG 1 (případně můžete LabQuest připojit k počítači přes USB kabel).

Před měřením ověřte, že je okénko pro paprsek v optické závoře otevřené, ověřte také funkčnost závory (*blocked* při zatemnění, *unblocked* při odtemnění).

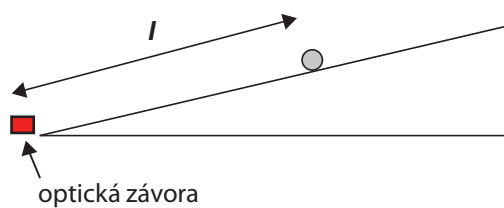
Není třeba nic nastavovat (v Labquestu ani v počítači); zajímat nás budou pouze časové údaje v tabulce. Doba zatemnění paprsku při daném měření určete odečtením hodnoty času, kdy byla závora blokována (*blocked*) a odblokována (*unblocked*). Tyto hodnoty přenechte do tabulky. Další výpočty a tvorba grafů probíhají standardním způsobem v Excelu. Vzdálenost, ze které kuličku pouštíte, postupně zvyšujte o 15 cm (viz obrázek). Optická závora je stále na stejném místě!

Z času  $t$  určeného optickou závorou pak lze snadno vypočítat rychlost kuličky v při přechodu

na vodorovnou podložku ( $d$  je průměr kuličky):  $v = \frac{d}{t}$ .

Tuto rychlost považujeme za okamžitou.

## Studium pohybu na nakloněné rovině



Ze vztahů  $l = \frac{1}{2}at^2$  a  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  lze vyjádřit zrychlení  $a = \frac{v^2}{2l}$ .

Sestrojte graf závislosti zrychlení na dráze, kterou kulička urazila na nakloněné rovině, určete zrychlení kuličky.

# Studium pohybu na nakloněné rovině

Vítězslav Nečas

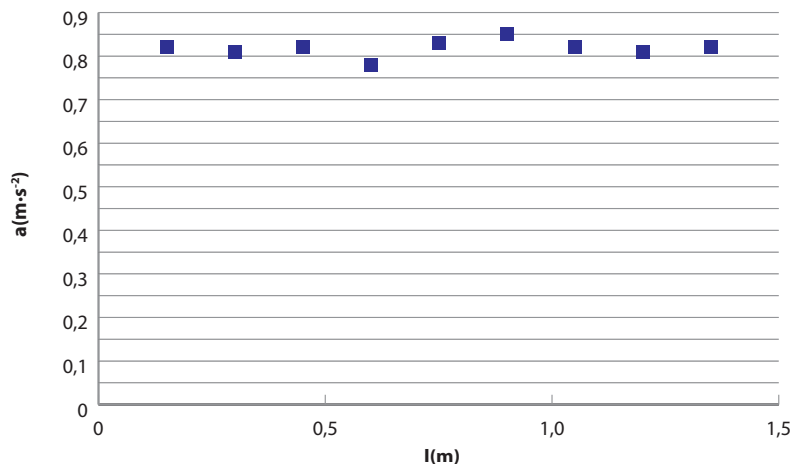
**Výsledky a výpočty** průměr kuličky:  $d = 0,0223$  m

Tabulka naměřených hodnot:

$l$ (m)	$t$ (s)	$v$ (m·s <sup>-1</sup> )	$a$ (m·s <sup>-2</sup> )
0	0	0,00	0
0,15	0,045	0,50	0,82
0,3	0,032	0,70	0,81
0,45	0,026	0,86	0,82
0,6	0,023	0,97	0,78
0,75	0,02	1,12	0,83
0,9	0,018	1,24	0,85
1,05	0,017	1,31	0,82
1,2	0,016	1,39	0,81
1,35	0,015	1,49	0,82

$$a = (0,82 \pm 0,01) \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

**Závislost velikosti zrychlení na délce  $l$**



Ideální je, pokud má kulička stejný poloměr, jako je vzdálenost paprsku optické závory od podložky (8,5 mm). Ukazuje se však, že drobná odchylka má na výsledky měření pouze malý vliv, je možné tedy tuto nepřesnost někdy zanedbat.

Například při použití kuličky mající poloměr 13 mm je ve výšce 8,5 mm nad nakloněnou

rovinou vzdálenost, která zatmívá paprsek optické závory,  $2 \cdot \sqrt{13^2 - 4,5^2}$  namísto chybně uvažovaných 26 mm. V tomto případě je chyba již 6 %, je tedy vhodné použít tuto již vypočtenou hodnotu, nikoliv pouze průměr. Se šikovnými studenty je možné při výpočtu uvažovat i tuto skutečnost, a měření tak zpřesnit.