

Ověření zákona zachování mechanické energie na nakloněné rovině

Vítězslav Nečas

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření, analyzuje zákon zachování mechanické energie na nakloněné rovině

Klíčová slova: rychlost, výška, potenciální energie, rotační kinetická energie, translační kinetická energie, celková mechanická energie

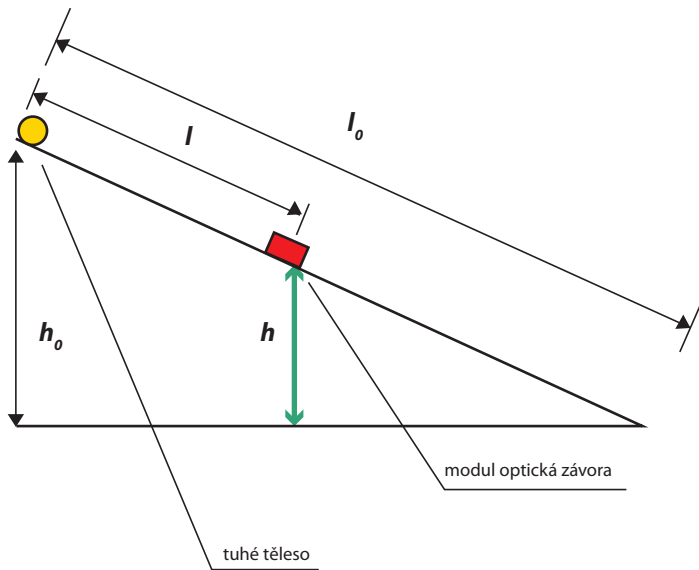
Laboratorní práce

Doba na přípravu:
5 min
Doba na provedení:
90 min
Obtížnost:
střední

Úkol Sestrojte graf závislosti potenciální (E_p), kinetické (E_k) a celkové mechanické (E_c) energie na dráze, kterou urazí ocelová kulička při pohybu na nakloněné rovině. Na základě získaných závislostí ověřte platnost zákona zachování mechanické energie. Data zpracujte v MS Excel.

Pomůcky Posuvné měřidlo, ocelová kulička, nakloněná rovina, experimentální měřicí systém Vernier – optická závora (Photogate), LabQuest, digitální váhy.

Teoretický úvod Umístěním kuličky do horní části nakloněné roviny kulička získá potenciální energii. Po uvolnění kuličky se zvyšuje její kinetická energie na úkor energie potenciální (kulička se valí dolů). Pokud platí zákon zachování mechanické energie, musí být ve kterémkoliv místě na nakloněné rovině součet potenciální, kinetické rotační a kinetické translační energie konstantní.



Celková energie E_c :

$E_c = E_p + E_{kt} + E_{kr}$, kde E_p je potenciální energie, E_{kt} kinetická translační a E_{kr} kinetická energie rotační. Pro moment setrvačnosti koule J platí vztah $J = \frac{2}{5} mr^2$, kde r je poloměr koule a m její hmotnost.

$$E_{kt} = \frac{1}{2} mv^2,$$

$$E_{kr} = \frac{1}{2} J\omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} mr^2 \cdot \left(\frac{v}{r}\right)^2 = \frac{1}{5} mv^2,$$

Ověření zákona zachování mechanické energie na nakloněné rovině

Okamžitou rychlost v získáme z doby zakrytí paprsku u optické závory, kterou vložíme kuličku do cesty v místě, kde chceme okamžitou rychlost měřit. Ze získaných hodnot času můžeme vypočítat okamžitou rychlost kuličky:

$v = \frac{d}{t}$, kde d je průměr kuličky a t doba zatmění paprsku u optické závory (hodnoty znamenají v LabQuestu).

Snadno tak můžeme získat hodnotu kinetické energie kuličky v kterémkoliv místě na nakloněné rovině.

Potenciální energii získáme následujícím výpočtem (použité veličiny viz obrázek výše):

$$E_p = mgh = m \cdot g \cdot h_0 \cdot \left(1 - \frac{l}{l_0}\right)$$

Připravíme si nakloněnou rovinu, změříme její výšku a délku. Určíme hmotnost a průměr kuličky.

Vypracování Kuličku při každém měření pouštíme z nejvyššího bodu. Její rychlost pak měříme v deseti místech nakloněné roviny (optickou závoru posouváme po 15 cm). Hodnoty doby zatmění paprsku vyčteme po ukončení všech měření z tabulky v LabQuestu.

Optickou závoru připojíme k LabQuestu do kanálu DIG 1. V případě použití počítače připojíme LabQuest k počítači za pomoci USB kabelu.

Před měřením ověříme, že je okénko pro paprsek v optické závoře otevřené, a ověříme 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 určíme odečtením hodnoty času, kdy byla závora blokována (*blocked*) a odblokována (*unblocked*). Tyto hodnoty přeneseme do tabulky (viz níže). Další výpočty a tvorba grafů probíhají standardním způsobem v Excelu.

Výsledky a výpočty

$h_0 =$ m

$l_0 =$ m

$d =$ m

$m =$ kg

n	l (m)	h (m)	Δt (s)	v (m.s ⁻¹)	E_p (J)	E_{kt} (J)	E_{kr} (J)	E_k (J)	E_c (J)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Sestrojte grafy E_{kr} , E_p , E_c v závislosti na délce l .